



SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET

Institutionen för markvetenskap

Avd för hydroteknik

750 07 UPPSALA 7

BIBLIOTEKET

# LANTBRUKSHÖGSKOLAN

## UPPSALA

---

# Ytplanering med planersladd

Yngve Johnsson

---

INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK

STENCILTRYCK NR 33

UPPSALA 1973

# YTPLANERING MED PLANERSLADD

av

Yngve Jonsson

Examensarbete i ämnet Lantbruksmaskiner  
i enlighet med fordringarna för agronomexamen

Lantbrukshögskolan, Ultuna, Uppsala.

Institutionen för arbetsmetodik och teknik

1964

Innehållsförteckning

	sid.
Förord	IV
Inledning	1
Undersökningens syfte	1
Försöksplan	2
Försöksutrustning	2
Försöksbetingelser	3
Redovisning av försöksdata	3
Bearbetning av försöksdata	4
Redovisning av resultatet	8
Jordpackning	11
Slutomdöme	11
Sammanfattning	11
Tabell,- figur- och diagrambilaga	13

Förord

I försöksprogrammet för försöksavdelningen vid institutionen för lantbrukets hydroteknik ingår bl.a. undersökningar rörande ytvattenavledningen och ytutformningen på våra åkrar. I dessa undersökningar ingår försök med planersladd, eftersom planersladden är det vanligaste redskapet som används för en medveten ytutformning även om inte lantbrukarens avsikt med ytplanering alltid är att förbättra ytvattenavledningen. Initiativet till den i föreliggande examensarbete redovisade undersökningen har tagits av försöksavdelningen vid institutionen för lantbrukets hydroteknik. Det primära syftet med undersökningen var att få vetskap om vilka förändringar av markytans topografi man åstadkommer vid en ytplanering med planersladd. Personal från institutionen för lantbrukets hydroteknik har varit behjälplig vid mätningar i fält. Program för bearbetningen av mätmaterialiet med datamaskin har uppgjorts av kand. Dag Åstrand. Värdefulla synpunkter på aktuella problem har erhållits vid diskussion med godsägare Alf Bruce, konstruktör av den i försöket använda planersladden.

Ultuna i mars 1964

Yngve Jonsson

### Inledning

För att i full utsträckning kunna tillvarata de möjligheter som mekaniseringen erbjuder våra dagars jordbruk krävs väl planerade fält.

Härigenom vinner man bland annat:

1. Mindre ansträngning att köra maskinerna.
2. Lägre reparationskostnader för maskinerna p.g.a. mindre påfrestningar.
3. Ökad produktion per manstimme genom att man kan använda maskiner med större arbetsbredd och högre körhastighet.
4. Effektivare utnyttjande av skördetröskorna eftersom man kan undvika stora halmmängder genom att taga hög stubb. Om fältet är jämnt sitter axen i stort sett på samma höjd varför man inte behöver förlora något i avkastning genom att taga hög stubb.

Ytplanering som åtgärd att motverka uppkomsten av ytvattensamlingar kan i vissa fall också innebära att man planar ut fälten men ibland kan det vara önskvärt att i stället göra ett fält mer kuperat för att kunna leda bort ytvattnet som, om det får samla sig i svackor, kan medföra att:

1. Grödan utvintrar på grund av isbränna eller kvävning.
2. Upptorkningen på våren blir ojämnhet vilket försenar vårbruket.
3. Vattensjuka områden uppstår där det växer svåra ogräs som kan vara mycket besvärliga att bekämpa.
4. Markens dåliga bärkraft inom dessa områden försvårar vårbruk, skörd och höstplöjning.

Att bearbeta fälten med planersladd är det i Sverige vanligaste sättet att ytplanera.

Syftet med det här redovisade arbetet är:

1. Att finna en metod att mäta vilka förändringar av markytans topografi man uppnår vid planering på det sätt som vanligen sker.
2. Att undersöka hur markytans topografi förändras vid ytplanering.
3. Att undersöka om det blir mätbara skillnader i resultatet då tre olika körmetoder används.
4. Att undersöka hur uppkomsten av områden med ytvatten påverkas genom denna typ av ytplanering.

Arbetet har utförts vid institutionen för lantbrukets hydroteknik i samarbete med institutionen för arbetsmetodik och teknik. För vissa delar av bearbetningen av mätvärdena har använts Uppsala Universitets datamaskin I B M 1620. De resultat som framkommit bygger på fältstudier gjorda sommaren 1963.

Försöksplanen: Ett fält som mätte 300 x 180 meter indelades i tre rutor, benämnda ruta I, ruta II och ruta III, se fig. 1. Varje ruta hade måtten 100 x 180 meter. På alla tre rutorna företogs fyra körningar med planersladden. Inom ruta I kördes planersladden i samma riktning alla fyra gångerna. Ruta II kördes i två riktningar vinkelräta mot varandra med två körningar i vardera riktningen. Ytplaneringen av ruta III gjordes genom körning med planersladden i fyra olika riktningar med  $45^{\circ}$  vinkel mellan riktningarna. Körschemat för ytplaneringen framgår av fig. 2. För att få matjordens ytlager så luckert som möjligt föregicks varje körning med planersladden av en djupharvning med en 60 pinnars Tive kulturharv.

Försöksutrustning: För ytplaneringen användes en planersladd av typ "RR" tillverkad av Rationella Redskap, Eskilstuna, se fig. 3. Den vilar på fyra medar. Avståndet från främre medarnas framkant till de bakre medarnas bakkant är 6 m. Arbetsbredden, som kan varieras, var vid körning på försöksfältet 4,2 m. Sladdens vikt är 1000 kg. Med traktorns hydrauliska lyft kan djupinställningen ändras under körning. Hyvelbladet kan manuellt inställas i olika vinklar i förhållande till körriktningen. Vid körning på försöksfältet var hyvelbladet hela tiden inställt vinkelrätt mot körriktningen. Planersladden kördes utan att föraren ändrade djupinställningen med hydraulens hjälp, d.v.s. planeringen fick ske automatiskt utan någon föregående grovplanering. Vid de två första körningarna med sladden användes en BM-Volvo 470 och vid de två sista en BM-Volvo 350. Vid harvningen användes en BM-Volvo 470. Mätningarna gjordes med avvägningssinstrument med automatisk horisontering, vilket sparade mycket arbete vid flyttning av instrumentet. Inom varje ruta avvägdes 600 punkter. För inmätning av de punkter som skulle avvägas, användes två typer av mätlinor av ståltråd märkta med tape-remsor på var 5:e resp. var 6:e meter. Avståndet mellan punkterna var 5 meter i X-led, d.v.s. längs rutans 100 meter långa sida, och 6 meter i y-led, d.v.s. längs rutans 180 meter långa sida. Dessa mått valdes för att nivåkartorna skulle få en någorlunda riktig skala vid utskriften efter bearbetningen av mätresultaten i datamaskinen.

Utskriften sker nämligen på papper av A4-format, varvid maximalt 77 skrivtecken kan skrivas i x-led, och de kräver då ett utrymme av 19,35 cm. Med 5 meter mellan mätpunkterna och 20 mätpunkter blir avståndet mellan första och sista mätpunkten 95 meter; 19,35 cm på kartan motsvaras alltså av 95 meter på fältet. Skalan blir följaktligen 1:490. Beräknad på motsvarande sätt blir skalan i y-led 1:475. Se vidare nivåkartorna i fig. 5, 6, 7 och 8.

Skillnaden mellan skalorna är så liten, att den utan vidare kan tolereras. Det hade givetvis varit möjligt att ändra skalorna genom att välja andra intervall än 5 och 6 meter mellan de avvägda punkterna, men dessa mått valdes för att, genom att utnyttja hela papperet vid utskriften av kartorna, få en så detaljerad nivåkarta som möjligt.

Försöksbetingelser: Jordarten var på hela försöksfältet en styv mellanlera. Fältet var höstplöjt och harvat ett par gånger innan planeringen började. Mellan första mätningen och första körningen med sladden förflöt ca två veckor, under vilken tid fältet fick ligga orört. Därvid blev jordens ytlager tillpackat av regn, och fläckvis kunde man se ogräsförekomst. Detta kan ha påverkat resultatet av den första körningen med sladden. Eftersom körningen var samma för alla tre rutorna vid första körningen, är detta emellertid av mindre betydelse vid en jämförelse mellan de olika körmetoderna. Under den tid försöket pågick var vädret torrt och blåsigt. Den första körningen med sladden utfördes inte av samma förare som de tre därefter följande. Den första körningen gjordes den 16.7 och den sista gjordes den 25.7.

Vid vändningarna med planersladden bildas lätt jordvallar genom att jorden som medförs i schaktbladet rinner ut vid sidan av detta, när man svänger. I de fall så var möjligt gjordes vändningarna därför utanför försöksrutorna. Då jordvallar fanns inom försöksrutorna, placerades avvägningsstängen på så sätt, att avvägningen så litet som möjligt påverkades av jordvallen. Även i övrigt placerades stängen så, att tillfälliga höjdvariationer hos markytan t.ex. hjulspår inte påverkade mätresultatet.

Redovisning av försöksdata: Som tidigare nämnts mättes resultatet av ytplaneringen på så sätt, att 600 punkter inom varje ruta avvägdes efter varje körning. Fig. 4 visar hur ett avvägningsprotokoll är utformat. Stångavläsningarna gjordes med en noggrannhet av 1 cm. Siffran efter Fix. i protokollet anger instrumenthöjden i förhållande till en fixpunkt, som utgjordes av ett järnrör nedslaget i fältgränsen. En linje dragen genom de avvägda punkterna parallellt med den 100 m långa sidan i försöksrutorna, d.v.s. i x-led kallas en Rad. Inom varje ruta avvägdes 30 rader. Varje rad omfattade 20 punkter.



Bearbetning av försöksdata: För vissa delar av bearbetningen av siffermaterial, som bestod av ca 9000 stångavläsningar, användes en datamaskin IBM 1620. Avvägningsprotokollen måste då först överföras på hålkort. För varje rad stansades två datakort, och ingen rad fick hoppas över. Vid inmatning av data i datamaskinen måste ett kort med instrumenthöjd ligga först. Det var möjligt att inom en försöksruta byta instrumenthöjd; dock inte inom en och samma rad. Instrumenthöjden måste väljas så stor, att det inte blev några negativa värden, då stångavläsningarna omräknades till verkliga höjder. Därför adderades alltid 1.00 meter till den erhållna siffran vid stångavläsningen på fixpunkten.

De nivåkartor som erhållits medelst datamaskinen skiljer sig avsevärt från konventionella nivåkartor. I stället för medelst höjdkurvor redovisas de olika nivåerna med siffror eller blanka fält som täcker områden med samma nivå i förhållande till fixpunkten. Utseendet av de nivåkartor som framställades med datamaskinen framgår av fig. 5, 6, 7 och 8. Kartorna kunde väljas med fyra olika ekvidistanser: 10, 5, 2 och 1 cm. Längst upp och till vänster på varje karta står en siffra. Denna anger höjden på punkt nr 1 i rad nr 1 i förhållande till fixpunkten. Vid 10 cm ekvidistans betyder siffran 0 0 - 9 cm över fixpunkten, siffran 2 betyder 20 - 29 cm över fixpunkten, siffran 4 betyder 40 - 49 cm över fixpunkten o.s.v. Vid 5 cm ekvidistans betyder siffran 0 0 - 4 cm, siffran 1 betyder 10 - 14 cm, siffran 2 betyder 20 - 24 cm över fixpunkten o.s.v. Blanka fält eller asterisk betyder 5 - 9 cm, 15 - 19 cm och 25 - 29 cm över fixpunkten o.s.v. På kartorna med 2 cm ekvidistans betyder siffran 0 0 - 1 cm, siffran 1 betyder 4 - 5 cm, siffran 2 betyder 8 - 9 cm över fixpunkten o.s.v. Blanka fält eller asterisk betyder 2 - 3 cm, 6 - 7 cm, 10 - 11 cm över fixpunkten o.s.v. Fig. 8 visar en nivåkarta med 1 cm ekvidistans och utan blanka fält och asterisker. Siffran 1 kan på denna karta betyda 1, 11, 21 ... cm över fixpunkten, siffran 2 betyder 2, 12, 22 ... cm över fixpunkten o.s.v. I och med att de blanka fälten sakras blir denna karta mycket svår att tyda om man inte har en karta med 5 cm ekvidistans och med blanka fält och studerar båda kartorna samtidigt. Utan den typ av kartor som fig. 8 visar vore det dock omöjligt att beräkna voylmen av svackorna på fältet. Hur detta utföres beskrives nedan.

I x-led har 20 punkter avvägts på fältet. På nivåkartan finns plats för 77 nivåsymboler i x-led. Symbol nr 1, 5, 9, 13, 17, ..... 73 och 77 representerar uppmätta punkter. Symbolerna som står mellan de ovan uppräknade representerar höjdsiffror som framräknats av datamaskinen genom interpolation. Varje siffra som representerar en avvägd punkt har alltså interpolerade värden på ömse sidor.



I y-led är förhållandet likadant. Siffrorna 1, 5, 9, 13 ..... 113, 117 motsvarar avvägda punkter medan siffrorna 2 - 4, 6 - 8, 10 - 12 ..... 114 - 116 representerar av datamaskinen, genom interpolation, framräknade nivåer för mellanliggande punkter.

I x-led redovisas det 5 meter långa avståndet mellan två avvägda punkter med 4 symboler. Varje symbol motsvarar alltså  $\frac{5}{4} = 1,25$  meter i x-led. I y-led är avståndet mellan två avvägda punkter 6 meter. Varje symbol motsvarar alltså  $\frac{6}{4} = 1,5$  meter i y-led. Den yta på fältet som representeras av varje symbol är alltså  $1,25 \times 1,5 = 1,875 \text{ m}^2$ .

10 cm ekvidistans visade sig ge en karta med för liten detaljrikedom. Vid ytplaneringen blev nämligen nivåförändringarna hos markytan alltför små för att framträda på en sådan karta. 2 cm ekvidistans på kartan gjorde denna så gyttrig, att den blev svår att tyda. 5 cm ekvidistans visade sig ge en karta, på vilken det gick relativt lätt att följa nivåförändringarna hos markytan.

För att få ett mått på hur markytans topografi förändrades genom ytplaneringen, beräknades standardavvikelsen för de protokollförda stängavläsningarna. Effekten av ytplaneringen skulle man då få en <sup>som</sup> förändring i standardavvikelsen. Beräkningen gjordes med datamaskin. Hur standardavvikelsen ändrats framgår av diagram 1. Förändringen var störst i ruta III, där standardavvikelsen var 0,07630 meter innan planeringen började, medan den var 0,06978 meter efter sista planeringen. Detta motsvarar en minskning med 8,5 %.

För att förändringen i standardavvikelsen skulle kunna användas som mått vid en jämförelse mellan de olika körmetoderna, borde man ha samma utgångsläge på de tre olika försöksrutorna. Så var inte fallet vilket framgår av diagram 1.

Därför utvaldes inom varje försöksruta ett område som mätte 25 x 75 m, varvid detta område lades, där ojämnheter i markytan efter ögonmått var många och lika stora inom de olika rutorna. Inom Ruta I sträckte sig detta område i y-led från Rad 21 till Rad 25, inom Ruta II från Rad 9 till Rad 13 och inom Ruta III från Rad 19 till Rad 23. I x-led sträckte sig området inom alla tre rutorna från punkt 3 till punkt 17. Inom varje sådant område fanns alltså 75 mätpunkter. Dessutom utvaldes inom varje ruta områden 20 x 115 m, som i x-led inom Ruta I sträckte sig från punkt 6 till punkt 9, inom Ruta II från punkt 11 till punkt 14 och inom Ruta III från punkt 14 till punkt 17.

I y-led sträckte sig området inom alla tre rutorna från Rad 5 till Rad 28. Varje område omfattade alltså 96 mätpunkter. Standardavvikelsen för mätpunkterna inom dessa områden visas i diagram 2 och 3. Inom de utvalda områdena blev emellertid inte heller med detta tillvägagångssätt utgångsläget detsamma inom de tre försöksrutorna. Standardavvikelsen för Ruta III är ungefär dubbelt så stor som för Ruta I och II. I det fall beräkningen gjorts på mätpunkterna från 5 rader per ruta, har den största förbättringen skett inom Ruta II, där standardavvikelsen minskat från 0,04762 till 0,03932 eller med ca 17 %. Inom Ruta I minskade standardavvikelsen från 0,04752 till 0,04123 eller med 13 %, och inom Ruta III resulterade planeringen i en minskning från 0,07223 till 0,06984 eller med 3 %. Anmärkningsvärt är att den första körningen med planersladden, vilken gjordes i samma riktning på de tre olika rutorna, har givit så olika resultat. I Ruta I och Ruta II minskade standardavvikelsen, medan den i Ruta III ökade.

Beräkningen av standardavvikelsen för de 96 mätpunkterna inom vart och ett av de andra utvalda områdena gav till resultat, att inom Ruta I hade standardavvikelsen ökat från 0,03829 till 0,04051, medan den inom Ruta II minskat från 0,04304 till 0,03827 och inom Ruta III minskat från 0,07668 till 0,06956.

För att belysa hur svårt det kan vara att få ett mått på den ytutjämnande effekten av ytplaneringen genom att beräkna standardavvikelsen för mätpunkternas höjd, kan man jämföra resultatet av de tre olika beräkningar som har gjorts. Beräkningen som gjordes för hela rutorna visar, att resultatet skulle vara bäst i Ruta III, näst bäst i Ruta II och sämst i Ruta I. Då mätresultatet från 5 rader per ruta (75 mätpunkter) ligger till grund för beräkningen, blev resultatet av planeringen bäst i Ruta II, näst bäst i Ruta I och sämst i Ruta III. Då beräkningen gjordes på 96 mätpunkter per ruta, blev resultatet bäst i Ruta II, näst bäst i Ruta III och sämst i Ruta I. Överensstämmelsen är, som synes mycket dålig. Tillsammans med diagrammen 4 - 10 som visar profiler från de olika rutorna, ger dock diagrammen över standardavvikelsens förändringar en uppfattning om vad som har hänt ifråga om ytutjämnning på de olika rutorna. Om inte något mått behöver anges på den förändring av markytans topografi som skett, kan den åskådliggöras genom att profiler uppritas. Detta har gjorts på följande sätt. Inom varje ruta betraktades tre efter varandra följande punkter inom varje rad. Medeltalet av de tre punkternas höjdsiffror blir den höjd, som raden ifråga får i den uppritade profilen.

De tre punkterna har samma ordningsnummer i de 30 olika raderna. På så sätt får man en profil som ligger parallellt med den 180 meter långa sidan i varje ruta, och som bygger på  $3 \times 30 = 90$  avvägda punkter. En profil parallell med den 100 meter långa sidan i varje ruta får man genom att beräkna medeltalet av höjdsiffrorna för tre punkter med samma ordningsnummer i tre angränsande rader. Det mest iögonfallande vid ett studium av de uppritade profilerna är den packning som har skett. Detta behandlas närmare nedan. Huvuddraget i topografin är bibehållet, men häftiga nivåskillnader är i allmänhet till en viss del utjämnade. Mest intressant är Ruta III, där långa åsar och svackor påminnande om ryggar och slutfårar finns markerade på den uppritade profilen. Vid avvägningen på fältet var dessa åsar och svackor mycket tydligt märkbara och då en avvägd rad sammanföll med någon av den noterades detta i mätprotokollet för att de skulle kunna markeras vid uppritandet av profilerna. Åsarna är markerade med R och svackorna med S.

Den körmetod som tillämpats på Ruta II och Ruta III borde ge en effektivare utjämning än den som tillämpats på Ruta I. Några större skillnader kan man dock inte se på de profiler som uppritats. Eftersom målet med ytplaneringen även är att eliminera svackorna på fältet, bör förändringen i svackornas volym vara ett bra mått på ytplaneringens effekt.

Med en svacka menas i fortsättningen en fördjupning i marken som, genom att den saknar avlopp, kan fyllas med vatten upp till en viss nivå (avloppsnivån). Avloppsnivån är nivån i den punkt, där vattnet skulle rinna ur svackan, om denna fylldes med vatten, och sedan ytterligare vatten fylldes på. Svackans volym är den volym som finns i svackan, då vattenytan når avloppsnivån. Svackornas volym beräknades på följande sätt: Kartan med 2 cm ekvidistans (se fig. 6) lades över ett blankt pappersark med karbonpapper emellan. På kartan utritades sedan höjdkurvor så, att man på det understa papperet fick en nivåkarta med 4 cm ekvidistans. På 2 cm-kartan kunde man lätt upptäcka svackorna, och de områden som täcktes av dessa färgades röda. De rödfärgade områdena överfördes på 4 cm-kartan, som sedan lades på ett ljusbord och täcktes av en karta utan blanka fält och med 1 cm ekvidistans (se fig. 8). Med ledning av 4 cm-kartan utritades därefter på 1 cm-kartan begränsningslinjen för alla svackorna inom försöksrutan. Som tidigare nämnts motsvarande varje symbol på kartan en yta av  $1,875 \text{ m}^2$ . Genom att räkna antalet symboler inom svackans yta i ytenheter. Om antalet ytenheter multiplicerades med  $1,875$  fick man ytan i  $\text{m}^2$ .

Den höjd som symbolen närmast utanför svackans begränsningslinje representerar kallas avloppsnivå. Alla symboler inom svackan har siffervärden, som är lägre än avloppsnivåns siffervärde. Genom att beräkna antalet symboler inom svackan med siffervärden 1, 2, 3, 4 o.s.v. cm lägre än avloppsnivån och multiplicera dessa antal med 1, 2, 3, 4 o.s.v. samt summera de erhållna produkterna, får man ett mått på volymen. Multipliceras detta med 0,01875 så får man volymen i  $m^3$ .

Ett protokoll använt vid beräkning av svackornas volymer visas i fig. 9. Yta utan avlopp i % av hela rutans yta beräknas som  $\frac{\text{summa yta i } m^2}{\text{försöksrutans yta} = (18000 m^2)} \cdot 100$

$$\text{Svackornas medeldjup} = \frac{\text{summa volymsenheter}}{\text{summa ytenheter}}$$

$$\text{Svackornas medelytvidd} = \frac{\text{summa yta i } m^2}{\text{antalet svackor}}$$

$$\text{Svackornas medelvolym} = \frac{\text{summa volym i } m^3}{\text{antalet svackor}}$$

Resultatet redovisas enligt följande:

Diagram 11 visar svackornas volym. Mätning 2 som gjordes efter första körningen, vilken gjordes i samma riktning på alla tre rutorna, visar, att svackornas volym ökat i Ruta I och II, men att den minskat i ruta III. Sedan försöket bearbetats färdigt, d.v.s. efter fyra körningar med planersladden, hade svackornas volym minskat i alla tre rutorna. I ruta I är minskningen  $2,38 m^3$  eller 6 % i ruta II  $36,68 m^3$  eller 26 % och i ruta III  $10,74 m^3$  eller 20 %.

När man ytplanerar med planersladd, skulle man vänta sig, att man i första hand utfyller de djupaste delarna av svackorna. För att se om så har skett, har svackvolymen i olika plan under svackornas yta beräknats. Diagram 12 visar resultatet av denna beräkning. Den svackvolym som ligger på större djup än 2,5 cm i varje svacka har minskat i Ruta II och Ruta III men är oförändrad i Ruta I. Att den inte minskat i Ruta I kan bero på att den var liten redan innan planeringen började. Av diagrammet framgår vidare att de varaktiga förbättringarna sker, genom att de djupare delarna av svackorna utfylls, medan de grundare delarna är mera opåverkade. Efter ett visst antal körningar med planersladden uppnår man ett jämviktsläge vad svackornas volym beträffar.

Genom ytterligare flera körningar kan man inte få någon större minskning av svackvolymen, utan ibland ökar den något, och ibland minskar den något. Då jämviktsläget är uppnått, återstår på fältet endast jämna och små förändringar i höjddled per längdenhet räknat. Dessa förändringar är så små, att planersladden inte kan påverka dem. De förändringar som skett inom Ruta I skulle kunna förklaras med, att jämviktsläget var uppnått, redan innan planeringen började.

Eftersom det är i den djupaste delen av svackorna som den varaktiga förbättringen inträffar, bör antalet djupa svackor minska. För att se om så var fallet beräknades antalet svackor med olika djup. Diagram 13 visar resultatet av beräkningen. Antalet svackor djupare än 4,5 cm minskar eller är konstant. Antalet grunda svackor varierar mera slumpvis än antalet djupa svackor. Då antalet svackor har ökat, är det nästan genomgående de grunda svackorna som har ökat i antal, medan antalet djupa svackor har minskat eller är konstant. Planeringen medförde alltså en minskning av antalet djupa svackor, medan antalet grunda svackor var mer eller mindre oförändrat. I Ruta III har antalet djupa svackor hela tiden minskat eller varit konstant, medan i Ruta I och Ruta II ökning av antalet djupa svackor har inträffat en gång under de tre sista körningarna. Av detta diagram kan man dra slutsatsen, att man vid upprepade körningar når ett jämviktsläge även vad beträffar antalet djupa svackor (jämför vad som ovan sagts angående volymen). Detta avspeglar sig också däri, att den första körningen minskade antalet djupa svackor mer än någon av de därefter följande körningarna gjorde.

I diagram 14 visas svackornas yta. Dessas förändringar följer i stort sett förändringarna av svackornas volym, dvs. när volymen minskar, så minskar också ytan. Ett undantag utgör resultatet av första körningen i Ruta III. Där har skett en minskning av volymen med 18 %, samtidigt som ytan är nästan oförändrad, vilket måste innebära, att svackornas medeldjup i detta fall minskat kraftigt. Detta framgår <sup>också</sup> av diagram 15 som visar svackornas medeldjup. Ett litet medeldjup innebär, att vattnet i svackorna blir fördelat över en större yta, vilket underlättar infiltrationen. Samtidigt ökas dock risken för isbränna därigenom att en större areal kan bli skadad, om vattnet inte kan infiltrera på grund av tjäle. Man skulle vänta sig att svackornas medeldjup minskade vid ytplaneringen, eftersom den lösa jord som schaktas till svackan bör bli liggande i första hand på det ställe där svackan är djupast. I Ruta II och III har medeldjupet också minskat, även om själva minskningsförloppet har skett på olika sätt.

I Ruta I har medeldjupet däremot ökat något. Detta skulle kunna bero på att, som tidigare nämnts, ett jämviktsläge troligen fanns, redan innan första körningen gjordes.

Syftet med det här redovisade arbetet har tidigare uppställts i fyra punkter. I anslutning till dessa kan resultatet sammanfattas på följande sätt:

1. Den här tillämpade metoden att mäta förändringarna i markytans topografi kan ge ett noggrant resultat. Hur noggrant det blir beror på, hur exakt man gör avläsningarna vid avvägningen. De av datamaskinen uppgjorda nivåkurvorna är till stor hjälp vid ett studium av topografin. Genom att använda datamaskin för delar av arbetet sparas mycket tid. Det är lätt att med datamaskinen få olika nivåkartor vad ekvidistanse och skalan beträffar. Med nivåkartorna som underlag är det lätt att beräkna svackornas volym, yta, djup, antal m.m.
2. Huvuddraget i topografin är oförändrat. En viss utjämning har skett genom att höjder har blivit lägre och djupare svackor har blivit något utfyllda. Den utjämning av markytan som lantbrukarna vill ha och som inte är att hänföra till förbättring beträffande ytvattenavledning, är utjämning av ryggar och slutfårar. En sådan utjämning har skett, men något mått på hur effektivt den har gjorts har inte beräknats.
3. Några säkra skillnader mellan de tre använda körsätten har inte uppmätts beroende på att de tre försöksrutorna inte var likvärda innan planeringen började. Någon direkt jämförelse mellan de tre körsätten har därför inte kunnat ske.
4. Planeringen har inte medfört någon större förbättring vad svackornas volym beträffar, trots den i förhållande till vanligen förekommande ytplaneringar intensiva bearbetningen med harv och planersladd. Den troligaste orsaken till detta är, att de svackor som fanns på fältet hade en sådan form, att det inte var möjligt att utfylla dem med en planersladd av konventionell typ. Fältet var alltså troligen redan innan första körningen gjordes så plant, att endast små förbättringar kunde göras, innan det jämviktsläge var nått, vid vilket förändringarna sker både till det bättre och det sämre. De förbättringar som har skett är, att de djupaste delarna av de djupa svackorna har utfyllts, medan de grundare delarna av svackorna har lämnats mera opåverkade.

### Jordpackning.

Tabell 1 visar medelvärden av de 600 observationer som gjordes vid varje mätning på var och en av rutorna. Siffrorna i tabellen anger den verkliga markhöjden i förhållande till fixpunkten. Av tabellen framgår den jordpackning som planeringsarbetet medförde. Medelhöjden i Ruta I har minskat med totalt 4 cm, medan motsvarande värden för Ruta II och III är 6 cm. Detta är efter körning åtta gånger över fältet med de tidigare nämnda redskapen och traktorerna. Ännu större jordpackning skulle troligen kunnat uppmätas, om inte avvägningsstängen med avsikt placerats så, att det avlästa värdet så litet som möjligt skulle påverkas av hjulspåren. Den uppmätta packningen är av ungefär samma storlek som den packning som sker vid ett normalt vårbruk.

Slutomdöme: Den här redovisade metoden att ytplanera, dvs. att köra med planersladd fram och tillbaka på fälten, ger inte den förbättring av markytans topografi som man skulle önska. Visserligen sker en ytutjämning, men förbättringen av ytvattenavledningen är inte så stor som är önskvärt. För att kunna avleda ytvattnet skulle det ibland vara nödvändigt att köra upp fåror i marken genom vilka vattnet skulle kunna ledas bort. Därvid skulle de ovan nämnda nivåkartorna vara till stor hjälp. De skulle dock inte behöva vara så detaljerade som de kartor som använts här.

### Sammanfattning.

Syftet med föreliggande examensarbete har varit att studera hur markytans topografi förändras vid ytplanering, samt att finna en metod att mäta dessa förändringar. Undersökningarna gjordes som fältförsök sommaren 1963.

Den mätmetod som användes grundade sig på avvägningar som gjordes på försöksfältet, och som låg till grund för de nivåkartor, som sedan framställdes medelst datamaskin. De erhållna nivåkartorna är till mycket stor hjälp vid studiet av topografin, eftersom de dels är detaljerade, dels är gjorda så, att man lätt kan beräkna svackornas volym, yta, djup m.m.

De förändringar av topografin som har uppmätts är små. Planeringens ytutjämnande effekt har dels mätts genom beräkning av standardavvikelsen för de avvägda punkternas höjdsiffror, dels åskådliggjorts genom uppritade profiler.



Den förbättring som skett ur ytvattenavledningssynpunkt har åskådliggjorts genom beräkning av svackornas volym, yta, djup och antal. Av de framräknade värdena kan man dra slutsatsen att en förbättring av ytvattenavledningen sker och att denna förbättring är störst efter första körningen med planersladden. Vid upprepade körningar uppnås så småningom ett jämviktsläge, vid vilket de förbättringar av ytvattenavledningen som sker elimineras genom slumpvis uppträdande nya små svackor. Att erhålla ett absolut plant fält genom att köra fram och tillbaka med en planersladd verkar omöjligt.

I samband med planeringen har uppmätts en packning av 4 - 6 cm beroende på den intensiva körningen.

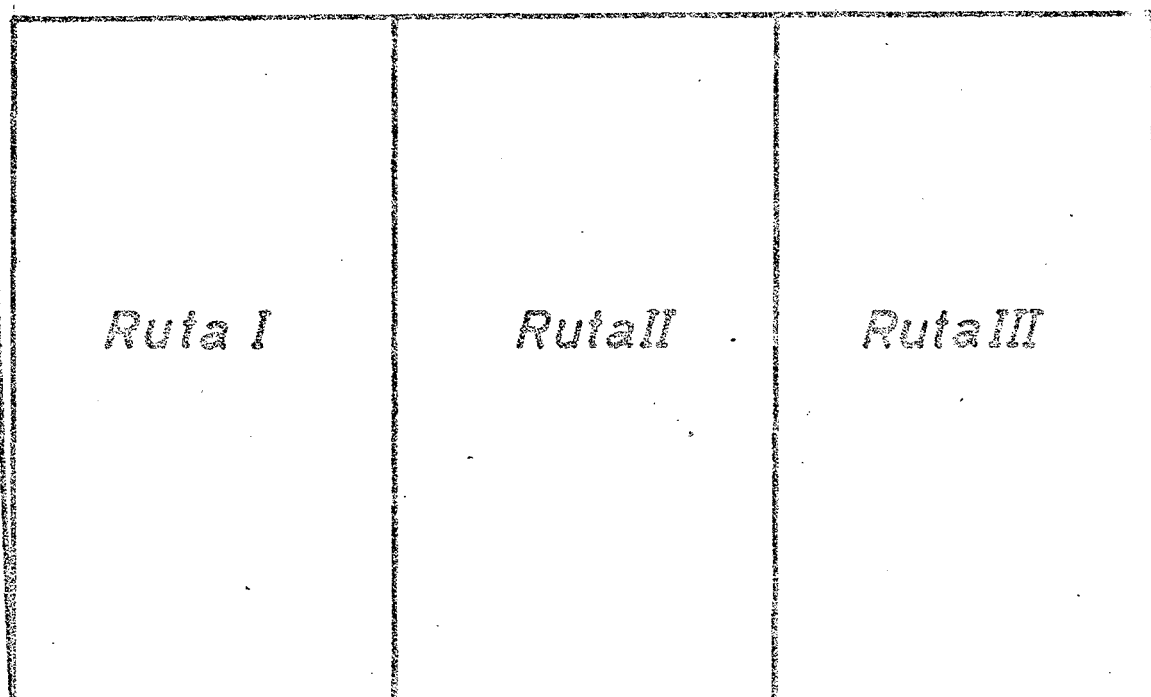
Tabell 1.

Medelvärden av observationerna som visar hur stor markpackning n blivit.

Mätning nr	Ruta I	Ruta II	Ruta III
1	1,05	1,03	1,01
2	1,04	1,00	0,98
3	1,01	1,98	0,97
4	1,01	1,98	0,96
5	1,01	1,97	0,95

Fig. 1.

Försöksområdets indelning i de tre rutorna.



Skala 1:2000

Fig. 2

Körschema

Pilarna visar körriktning med planersladden.

Ruta I	Ruta II	Ruta III
Planering 1 ↓ ↑	Planering ↓ ↑	Planering ↓ ↑
Planering 2 ↓ ↑	Planering ⇌	Planering ⇌
Planering 3 ↓ ↑	Planering ↓ ↑	Planering ↗ ↘
Planering 4 ↓ ↑	Planering ⇌	Planering ↗ ↘

Fig. 3.

Planersalden "R R" från  
Rationella Redskap, Eskilstuna



Ruta nr

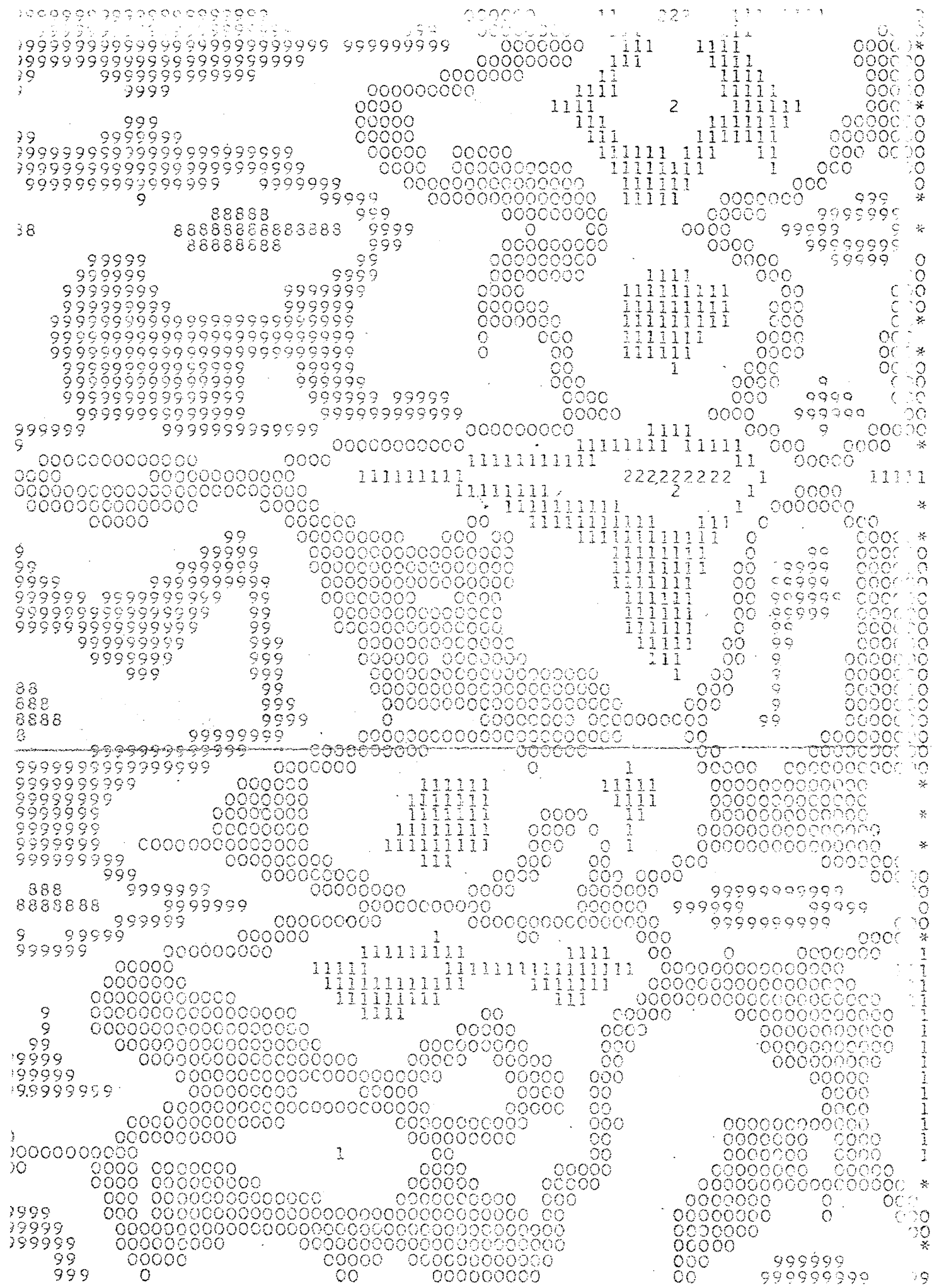
Mätning nr

Fix

Ruta nr Mätning nr	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
0						
1						

Fig. 4.

Avvägningsprotokoll



g. 5. Ruta III, mätning 1.

tempel på nivåkartor med 5 cm ekvidistans med blanka fält.

335555 55555555 55555555 111 222 33 4 555 55 44 3333 22  
 55555555 5555555555 55555555 11 2222 3333 44 5 55 1 55 444 33 22 2222 2  
 55555 444 5555555555 5555 11 22 22222 3333 4 5555 5 444 33 22 11 2  
 4 444444444444 44444 555 11 2 222 22222 3 4 55555 4 333 3 2 1 11 2  
 4444444 444444444444 555 11 2 22 22222 3 44444 3 33 3 22 1 5 5 1  
 3333333333 3333 333 44 55 11111111 2 3 3 22 11 5 4 5 1  
 22222 3 22 111 2 3 44 5555 1111111 2 33333 2 111 5 44 44 5  
 2 33333 222 222222 222222 3 4 5555 1111111 2 333 22 1 5 44 3333 4 5  
 33 33 33 22222 33333 4 5555 11 222222 333 333 22 1 5 44 44 1  
 333 444 33333333333 44 55 11 2 22222 33 4 33 22 1 5555 2  
 333 44444 3333333333 44 555 11 2222 33 4 33 22 1 5555 2  
 33 4 44444 44 5 55 1111 22 33 4 33 22 1 5555 2  
 33 4 444444 44 5 55 1 2 33 33 22 11 1 2  
 33 4 44444444 44 5 55 1 2 33 33 22 11 1 2  
 33 44444444 3333 44 555555 55 1 2 33333 33 22 1 55555 1 2  
 33 4444444 3333 444 5 55 555 1 22 333333 2 11 5 55 2  
 33 444444 33333 444 44 5 555 5 1 22 3 22 11 5 444 5 1  
 44 5 44444444 4 555 5555 1 11111 2 333 333 2 1 5 4 55 1  
 555 55555555555 11 22 33 444 44 555 5 1 222 222 1 5 4 5 11 2  
 11111 22222 11111 11 22 22 3 4 44 555 555 3 22 2 33  
 22222 222222 22 33 4 55555555 1111 1111 433 33  
 1 2 1111111 22 333333333 4444 55555 1 43 222 2 33333 3  
 11111 11111 1111 55555 11 22 3333333333 4444 55 55 43 11 22 3  
 55555 5555 555 44 55 11 2222 2 1 23333 44 4 32 5 5 1 22  
 555555555 44444 5 11 222 1 2 33333333 4444 332 5 5 1 22  
 4 5 444 4 5 111111 111111111 2 3 33 4 33 215 444 5 1  
 4444 44 33 4 5 111111111 11 2 3 33 33 15 4444 5 1  
 444 444444 3333 4 55 11111111111 2 2 33 3 2 15 5 1 2  
 33333 444 33333 4 555 11 222 2222 33 4 3 21 5 55 11 2  
 222 3333 3333333 44 5555 11 222222222222 333 43 2 1 5 55 1111 2  
 2222 33333333333333 4 555 11111 222 22 3333 3 2 1 5 55 1111  
 222 333 3 4 555 11111111111 111 22222 2 1 55 55 1111  
 22222 22222 3 4 55 111 111 22222 1 5 55 11111  
 22 3 333 4 555 11 22222222 222222222 3 3 2222 1 555555 1111 2  
 33333 4444444 55 111 2222 33333 2222 33 3333 2 111 111 2222 2  
 4 44444 5 11 22 333 33 2 333 4 33 2 11111 22222 2  
 4 4444 555555 111 22 333 33 2222 3 33 2 11111 22222  
 4 55 11 22 3333 4 33 222 2 3 333 2 11111 22222  
 444444 55 11 22 333 44 3 2 1 2 333 2 111111 2222  
 444444 5 1111111 22 33 444 3 22 1 5 33 22 111111 22 3  
 333 44 55555 11111 222 333 333 2 1 51 23 22 1 1111 22  
 222222 3 4444 555 1111 22 333 2 11 1 2 2 1 55 5555 11 2  
 111 22 33 4444 55 1111 2222 2 11 555 1111 1 5 44 33333 44 5 1  
 222 33 44 555 1111 2222 22 1111 22222 1 5 44444444 55 11  
 333 44 555 11 2222 33333 33 22222 3 2 1 555555555555 11 2  
 4444 55 11 22 333 44444 33333333 33 21 1 1111 22 3  
 55555 11 22 333 44 5 44 4444 44 3 11 1 222 2 3  
 55 55 111 222222 33 44 444 33333 44 33 2 1111 2222 4  
 5 5 111 22222222 33 4444 33 2222 333 33 2 1111111111 2  
 5 5 111 2 22 333333 22 2222 22 333 22 11 1111111111 2  
 55 11111111 22 222 22 11 11 222 2 1 11111111 22 2  
 555 111111 2222 22 11 11 222 2 1 11111111 22 2  
 444 555 11111 1111111111 2 11 5 11 22 2 1 555555 1111 2  
 4444444 555 11111111111 11 11 55555 1 22 1 555555 11 2  
 55 1111 11 222 1 555555 11 22 3  
 55555555 111 222222222222222 11111 22222 2 1 1111111111 22 2  
 11111111 22222222 33333 3333 22222 22 1 11111111 11 22 2  
 1 11 222222222222 3333 22 22222 22 11 55 11111111 11 22 3  
 55555 1 222 2222222222 22 222222 2 11 55 11 11111111 1111 2  
 55 1 222 222222 222222 22222 1 55555 11 1 1 2 1 2  
 444 5 1 2 1111111111 111 2 1 555 55 111 11 5555 5555 11  
 333 4 5 11111 555555 1 111 1111111111 1 555 5 111 5 44 55555  
 333 4 55 1 55 11 111111111 55 5 11 5 444 44 5

to III, mätning 1.  
 exempel på nivåkarte med 2 cm ekvidistans med blanka gält.



77 777777 8888 99 0 1 22 3 4 8 9 8 76 5 4444 3 2 11  
7 88888 7777 88 99999 0 122 3333 44 5 6 78 9 8 7 6 5 44 3 2  
88 88 88888888 88 9 0 1 2 3 33 44 56 899 09 8 7 6 5 4 3 22 2\*  
77 77 77 88888888 88 9 0 1 2 3 33 44 56 78888 76 5 4 32 1 22  
6 7 6666 7 777 88 9 0 1 23 22 22 33 4567777 65 55 3 10 0 1  
6 6666 66 66666666 7 8 9 0 1 23 2 11 2222 54 4 34 2109 9 01  
5 5555555555555 555 6 7 8 9 01 11 11 6 54 333 1 98 8 0  
44 4 4 3 22222 33 567 8 9999 00 000012 4443 1 0 9 7 6 56 \*  
33 33 43 2 11 11 23456 7 88 99 0 990 4 332 1 9 77 6 5 44 \*  
222 33 4444 3 22 22 3 7 8 99 00 000123444 3 2 1 9 7 6 56 \*  
333 4 55555 4 3 33 4 8 9999 0 1 1111 4 332 1 98 77 71 00  
4 5 55 4 444 5 788 99 01 22222 34 5555 4 2 988 8 01  
4444 5 66 5 44444 55 6 7 99 0 233333 4 55 6 43 9 \*  
44 6 66 55 55555555555 6 7 8 9999 00 1 22 3 4 55 6 55 321 9 99999 \*  
44 5 67 66 55555555555 6 7 8 9999999 00 1 2 3 4 5 6 554 21 999990  
4 5 67 666 55555555555 6 7 8 9999999 0 9 123 4 5 443 1 0 99990 \*  
4 5 67 6666 555555555 6 7 8 8888 99 99 8901 3 4 5 4 21 9 88 90 2  
3 4 5 6 66 5555 5 6 7 8 8888 99 99 89012 3 4 444 4 332 09 7 8 9 12  
33 45 6666 5 55555 44 5 6 7 77 7 89 88 2 33 4 3 098 6 7 9  
33 4 56666 6 555555 4 4 566 7 66 7 88 89011 2 33 3 22109 5 78 01  
55 6 7 8 77 66 67 8 999 8 01 00 233 4 55 5 432109 9 90 2  
7 88 9 99 88888888 9 11 11 12 3333 4 55 6 77 77 54 0 9 122 3\*  
9 00 11111 00 0 1 33 33 456 6 77 8 990 7 43 2 1 23  
2 22 3 22 11111 2 3 55 5555 88888 99 00 1 0 6 4 33 4 \*  
0 11 2 11 0000 1 2 3 44 5 66 77 888 99 0 99 6 3 22 23  
9 0 11111 00 99 0 1 2 33 444444444 5 66 7777 8 9 8 6 3 11 12 4  
8 9 00000 99 88 9 0 1 22 3333 3 2 3455 66666 7 8 7 64 1 990 12 33  
7 8 9999 9 88 77 8 0 1 22 3210 44 55555 6 76 5 1 3 89012 2\*  
7 888 9 8 77 7 9 0 11 222 1 01234444 55 66 6 4 19 778901 22  
77 88 8 77 66 89 0 1111 11 123444444 5 66 5 42 9 7777390 2  
77 8 77 66 567 9 0 1 234 4 5 65 4 2 77 90  
77 7777 6 55 9 0 00 0 1 34 33 4 55 54 3 0 7777789012 \*  
66 7 66 55 9 00 00 11 3 333 4 55 54 3 0 7777789012  
55555 6 6 55 9 00 11111111 2 3 3333 4 55 6543 1 877 8 012 2  
4444 5 666 5 5678 9 0 111 22 3 3 4 55 65432 877 8 0 2  
33 4 55 6 5 56788 9 0 11 2 2222222 3 4 5 6 0987 8 00 2  
222 3 4 555 444456 88 9 0 11 2222 2 344 5 7 8 00 1\*  
1 2 3 4444 4444 4444 4567 88 9 0 00000000 11 11 0 2 32109 8 7 8 00 11  
1 22 3 3 4 5555 78 9 0 11111111 11 1 23 888 9 00 11 1  
33 4 5555 78 9 0 11111111 11 1 23 888 9 00 11 1  
55555 6666 7 8 9 0 1 22 33 44444 3 2 33 4 5 44321000 00 11 22 22  
6 7 77 89 11 2 3 44 5 43 3 4 5 6 5 43 1 11 22 \*  
66 7 88888 0 11 2 3 44 55 43 3 45 55 43 1 11 22 3  
6 77777 8 99999 0 1111 2 3 44 5 6 43 22 3 45 55 43 1 11 22 3\*  
66 7 8 0 1111 2 3 44 5 66 5 32 10 1 5 4 32 11 22 33  
666 7 9000000 1 2 3 4 55 6 6 554 21098 35 4 21 999999 00 1 2 4  
555555 78 99 0 11 2 3 44 5 5 443 10 9 01 4 3 21 999999 00 1 3  
222 44 56 88 9 00 11 2 33 4 4 332 0 01232 1 9 8 88 9 0 2  
1 2 3 566 77 8 99 00 1 22 3 2 10 99 0 1 210 8 7 66 66 77 8 01  
23 3 4 5 6 77 88 9 0 11 22 33 3 2 1 00 1 222221098 77 666 7 8 9 1  
55 5 6 7 88 9 0 1 22 33 4 5 4 3 22 3 4 2109 88888 99 0 1 \*  
7 6 77 8 9 0 1111 2 3 4 5 66666 5 444444 5 55 32 0 00 1 2 45  
888 9 0 1 2 333333 4 5 6 7 8 6 55 66 7 6 43 11 22 3 4 57  
8 8 9 0 1 2 33 4 5 6 77 5 44 5 66 5 432100 111111 22 22 56  
8 8 900 1 2222 3 4 55 6 66 4 33 4 55 4 32 0000 1111 111112 4  
8 7 900 1 1111 222222 3 55 5 4 3 22 3 44 32 1 0 00 111112 4  
7 8 900 1 11 1 2 34444 4 33 2 1 2 3333 21 0 9999999 0 111112 4  
77 8 9 00 11 11 2 333 3 22 1 0 1 33 0 9999999 00000 112 45  
77777 8 9 0000 11 11111 22 3 2 1 0 0 122 3 9999999 0000 1 2 45  
666 77 8 9 000 1 11 11111 22 3 2 1 0 99 90 2 22109 99 99999 00 1 2 45  
666 77 8 9 0000 0000 0 1 0 9 88 01 2 3 99 99999 0 12 3 45  
8 9 00 1111111111111 1 0 99 1 22 3 32109999999 0000000000 1 45  
9 0 11 2222 2 1 1 2 32109999999 0000000000 1 45  
9999 0 2222 33 33 2 11 22 3 9999999 0000000 01 2 45  
11 0000 1 33 4 5 44 3 22 3333 33 9999999 0000 00 0 12 45  
00 0 1 22222222 33 4444 3 2 22 3333 2 09 999 0 000000 0 1 4  
999999 0 1 2222222222 3333 3333 2 22 32 1 0 9 99 0 1 0000000000 \*  
88888 9 01 22 222 2 11 222 10 9 888 9 0 1 1 0 0 12  
77777 8 01 22 111111111 22222 11111 22 88 8 90 1 21 0 0 0 12  
667 9 12 11 000000 11 1111 1111 2109 88 8 0 11 0 0 0  
6 6789 0 11 00 0 1 11 1111 1111 09 88 89 0 9 88888888 9\*  
9 0 00 99 9 01 00 0000 10 88 89 00 9 777 7 8 888  
444445678 9 0 99 8 8 9 0 999 0000 9 8 89 0 998 7 66 6 78 77

Fig. 7.

Data III, mätning 1.

Exempel på nivåkarta med 1 cm ekvidistans med blanka fält.

1	690000	167000	167000	169000	167000	166000	164000	160000	156000	170000	155000	53
2	2000	146000	145000	150000	151000	156000	161000	158000	150000	150000	150000	50
3	720000	169000	170000	171000	169000	170000	169000	165000	162000	150000	150000	57
4	00	149000	149000	155000	152000	158000	165000	160000	160000	160000	160000	50
5	750000	173000	173000	172000	174000	175000	174000	171000	166000	161000	152000	50
6	00	151000	152000	158000	159000	164000	169000	163000	160000	160000	160000	50
7	780000	177000	176000	174000	179000	181000	179000	178000	170000	160000	150000	64
8	00	154000	156000	161000	166000	171000	174000	167000	160000	160000	160000	50
9	760000	175000	172000	172000	176000	177000	175000	174000	167000	164000	150000	50
10	00	153000	153000	156000	161000	167000	169000	162000	160000	160000	160000	50
11	740000	174000	169000	171000	174000	172000	172000	170000	165000	163000	150000	56
12	00	152000	150000	151000	157000	164000	165000	158000	160000	160000	160000	50
13	750000	173000	168000	170000	172000	172000	172000	169000	164000	162000	150000	56
14	00	151000	150000	152000	158000	164000	164000	157000	160000	160000	160000	50
15	770000	173000	168000	169000	170000	172000	172000	169000	164000	161000	150000	56
16	00	151000	151000	154000	160000	164000	163000	157000	160000	160000	160000	50
17	770000	174000	169000	169000	171000	172000	173000	169000	166000	167000	150000	58
18	00	154000	153000	156000	162000	168000	164000	158000	160000	160000	160000	50
19	770000	175000	170000	169000	172000	172000	175000	170000	168000	170000	150000	700
20	00	157000	155000	158000	165000	172000	166000	160000	160000	160000	160000	50
21	690000	166000	163000	163000	165000	166000	166000	161000	159000	161000	150000	600
22	00	149000	147000	149000	159000	164000	158000	153000	160000	160000	160000	500
23	761000	158000	156000	157000	159000	160000	158000	153000	151000	152000	140000	600
24	00	142000	140000	141000	153000	156000	151000	151000	150000	150000	150000	500
25	650000	161000	160000	160000	162000	164000	160000	156000	154000	154000	140000	5000
26	00	147000	144000	147000	159000	161000	155000	154000	160000	160000	160000	5000
27	690000	165000	164000	163000	166000	168000	163000	159000	158000	156000	140000	5000
28	00	152000	148000	153000	166000	167000	160000	157000	160000	160000	160000	5000
29	690000	167000	165000	165000	168000	170000	164000	160000	159000	150000	140000	54
30	00	151000	149000	154000	167000	168000	159000	153000	160000	160000	160000	5000
31	690000	169000	167000	168000	171000	173000	165000	161000	161000	163000	150000	400
32	00	151000	151000	155000	168000	170000	159000	159000	160000	160000	160000	5000
33	710000	172000	169000	169000	172000	173000	165000	162000	160000	160000	160000	5000
34	00	152000	150000	157000	168000	166000	160000	153000	160000	160000	160000	5000
35	740000	176000	172000	170000	173000	173000	166000	164000	150000	157000	140000	700
36	00	153000	150000	159000	168000	163000	161000	158000	160000	160000	160000	5000
37	780000	177000	174000	173000	173000	174000	167000	165000	161000	160000	150000	800
38	00	155000	154000	162000	168000	163000	161000	159000	160000	160000	160000	5000
39	820000	178000	176000	177000	174000	176000	168000	166000	162000	163000	150000	900
40	00	158000	158000	166000	168000	163000	161000	160000	160000	160000	160000	5000
41	760000	173000	172000	172000	170000	168000	163000	163000	158000	157000	140000	5800
42	00	154000	155000	163000	164000	161000	159000	153000	160000	160000	160000	5000
43	710000	168000	169000	167000	167000	161000	159000	155000	154000	151000	140000	700
44	00	150000	153000	160000	161000	159000	157000	157000	160000	160000	160000	5000
45	700000	168000	168000	164000	164000	160000	159000	155000	153000	150000	140000	700
46	00	151000	154000	160000	161000	159000	157000	153000	160000	160000	160000	5000
47	700000	169000	168000	162000	162000	159000	159000	153000	152000	140000	130000	66
48	00	152000	155000	161000	161000	159000	158000	154000	160000	160000	160000	5000
49	740000	175000	173000	167000	166000	161000	159000	159000	156000	153000	140000	63
50	00	156000	161000	166000	167000	165000	162000	158000	160000	160000	160000	5000
51	780000	181000	178000	173000	170000	168000	164000	163000	160000	158000	140000	6600
52	00	160000	168000	171000	174000	171000	167000	162000	160000	160000	160000	5000
53	710000	173000	170000	166000	163000	162000	158000	156000	153000	152000	140000	54
54	00	155000	164000	165000	166000	164000	161000	153000	160000	160000	160000	5000
55	640000	166000	163000	160000	156000	153000	150000	146000	147000	140000	130000	48
56	00	151000	161000	159000	159000	155000	143000	140000	140000	140000	140000	5000
57	640000	167000	162000	159000	158000	157000	156000	152000	149000	151000	140000	5300
58	00	156000	162000	161000	160000	159000	158000	150000	160000	160000	160000	5000
59	640000	168000	162000	159000	161000	158000	159000	154000	153000	156000	140000	55
60	00	161000	164000	164000	161000	161000	161000	152000	160000	160000	160000	5000
61	670000	168000	165000	162000	161000	159000	160000	158000	156000	162000	140000	5000
62	00	163000	164000	163000	162000	161000	158000	152000	160000	160000	160000	5000
63	700000	169000	168000	163000	162000	161000	162000	163000	160000	164000	140000	5000
64	00	165000	165000	163000	164000	162000	156000	152000	160000	160000	160000	5000
65	640000	165000	165000	161000	159000	158000	157000	157000	157000	161000	140000	5000
66	00	164000	164000	162000	162000	162000	157000	152000	160000	160000	160000	5000
67	590000	161000	162000	157000	157000	156000	153000	152000	154000	158000	140000	5000
68	00	164000	164000	162000	161000	163000	158000	152000	160000	160000	160000	5000
69	630000	164000	162000	157000	158000	156000	153000	153000	156000	159000	140000	5000
70	00	165000	163000	160000	162000	162000	161000	155000	160000	160000	160000	5000
71	670000	168000	163000	157000	159000	160000	158000	158000	158000	160000	140000	5000
72	00	167000	162000	158000	163000	162000	163000	158000	161000	161000	160000	5000
73	700000	171000	164000	159000	161000	163000	163000	159000	161000	161000	160000	5000
74	00	167000	161000	160000	166000	166000	163000	163000	160000	160000	160000	5000
75	740000	174000	166000	162000	164000	167000	166000	161000	164000	162000	140000	5100
76	00	167000	161000	164000	169000	171000	166000	163000	160000	160000	160000	5000

lg. 8.

it. III, mätning, 1

as. bel på nivåskarta med 1 cm skvidistans och utan blanka fält.

Fig. 9.

Protokoll för beräkning av svackornas volym, yta och djup.

Ruta II Mätning 3

Svacka nr	Yta Enheter	m <sup>2</sup>	Nivå under avloppsnivån: Antal punkter											Volym		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Enheter	m <sup>3</sup>	
1	56	105	56	-											56	1.05
2	73	137	42	20	11	-									115	2.16
3	401	752	79	81	69	76	55	28	11	2	-				1288	24.15
4	1037	1944	215	202	224	195	99	45	35	16	3	3	-		3266	61.24
5	208	390	77	78	46	7	-								399	7.48
6	114	214	45	41	28	-									211	3.96
7	28	53	21	7	-										35	0.66
8	28	53	18	7	3	-									41	0.77
9	5	9	5	-											5	0.09
10	19	36	12	7	-										26	0.49
11	20	38	14	6	-										26	0.49
12	236	443	77	92	43	20	4	-							490	9.19
2225			4172	661	541	424	298	158	73	46	18	3	3	-	5958	111.71

$$\text{Yta utan avlopp i \% av hela rutans yta} = \frac{4172}{18000} \cdot 100 = 23.18 \%$$

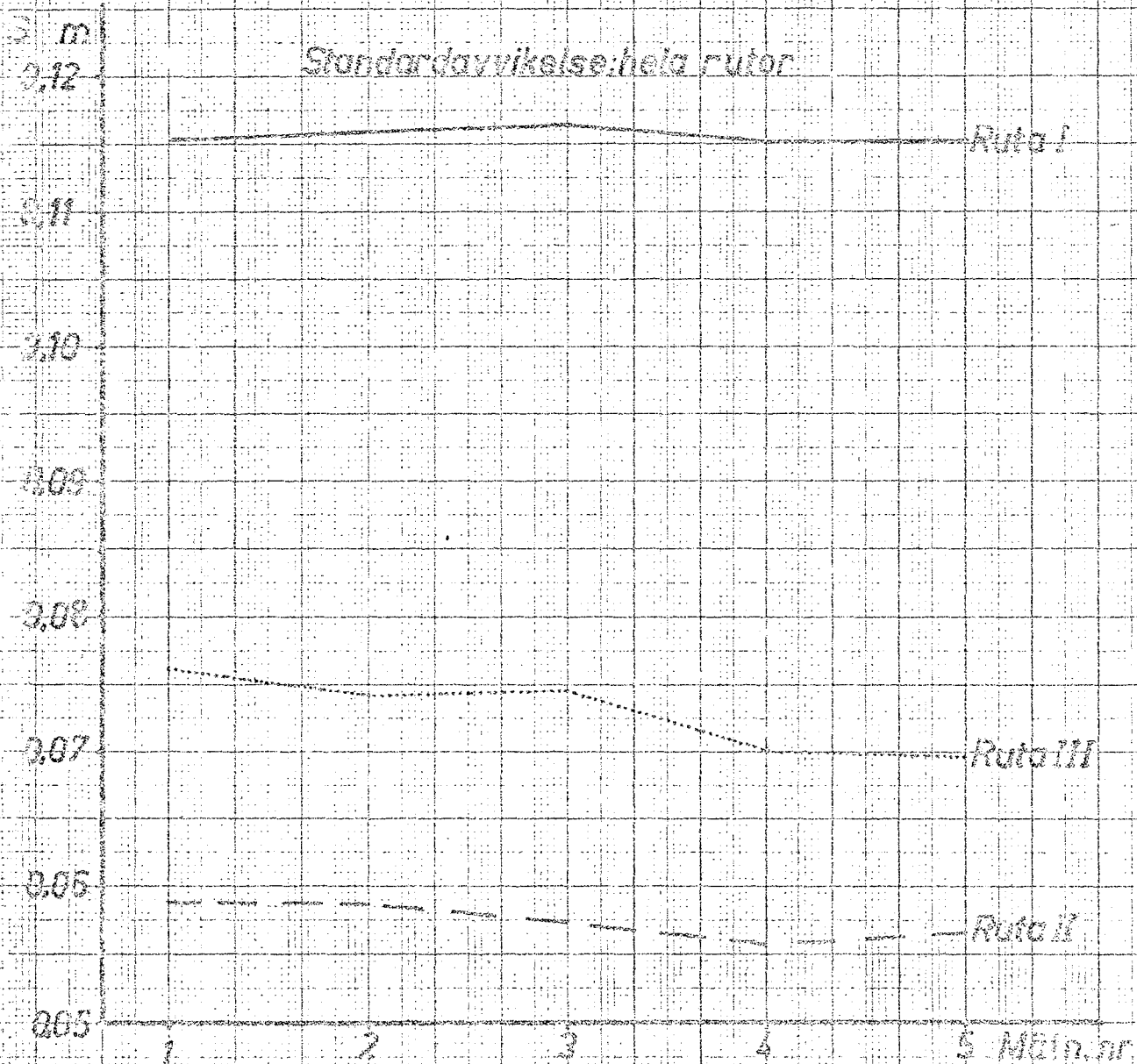
$$\text{Svackornas medeldjup} = \frac{5958}{2225} = 2.68 \text{ cm}$$

$$\text{Svackornas medelytvidd} = \frac{4172}{12} = 347.7 \text{ m}^2$$

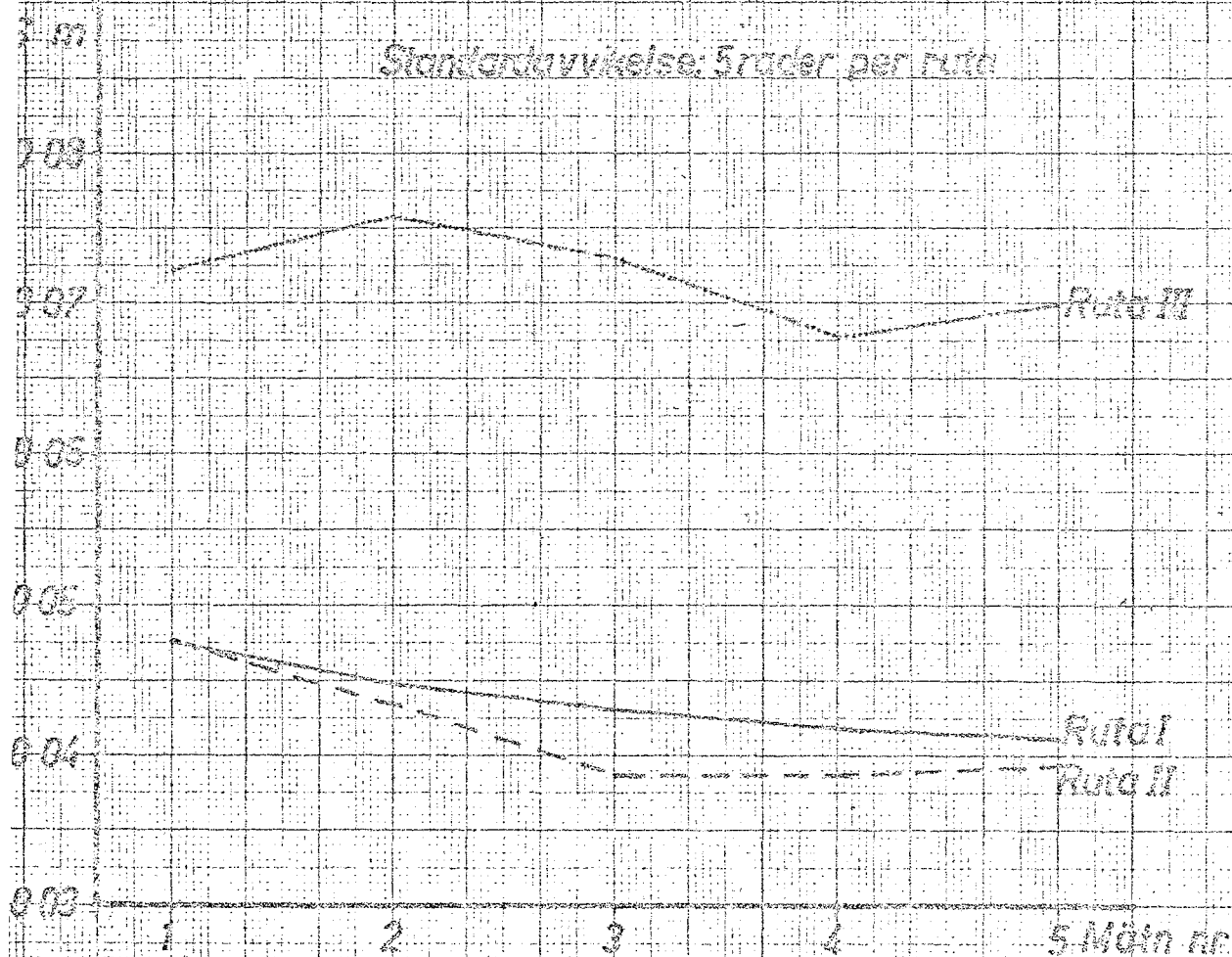
$$\text{Svackornas medelvolym} = \frac{111.71}{12} = 9.31 \text{ m}^3$$

Diagram 1.

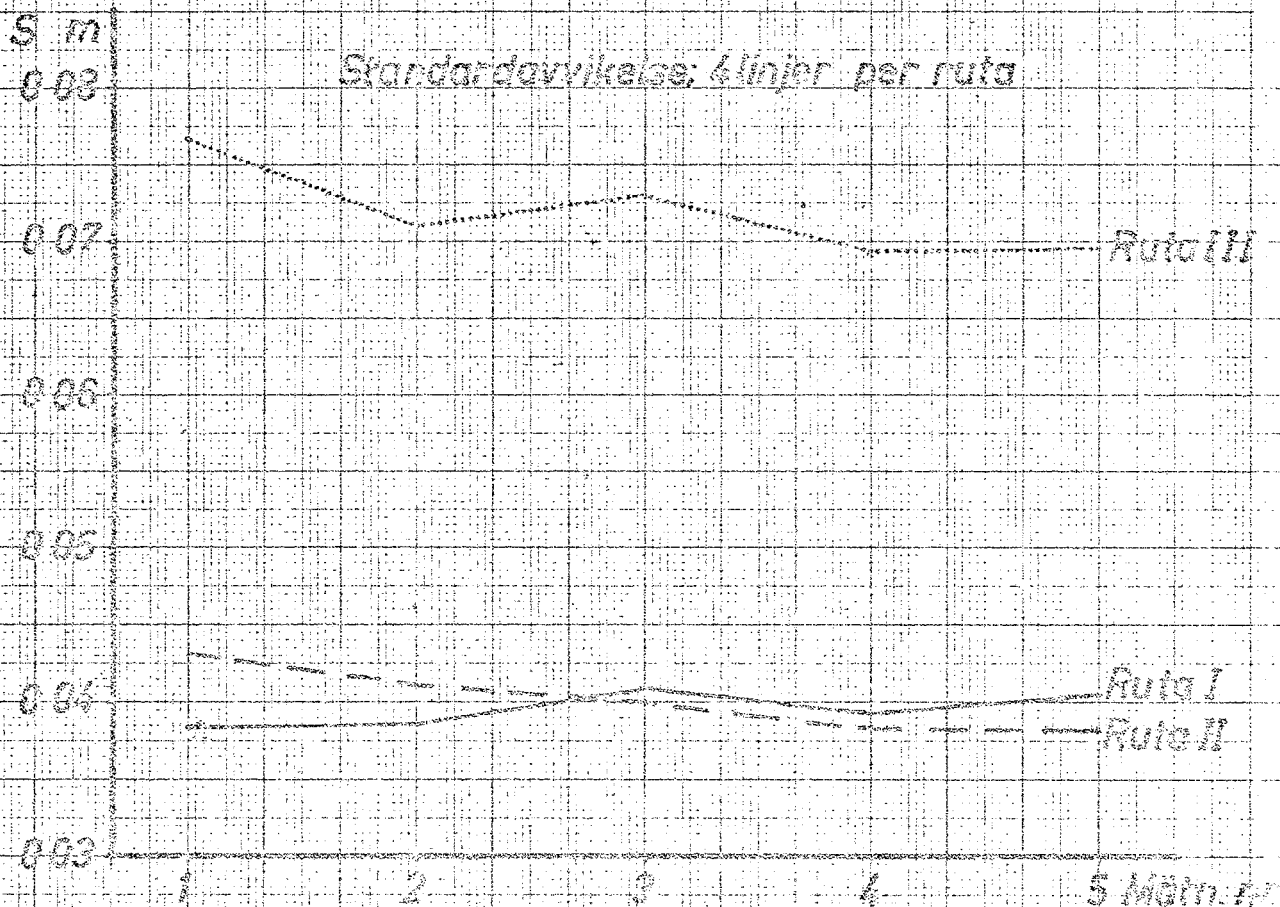
Standardavvikelsen beräknad på de 600 avvägda punkterna  
inom varje ruta.



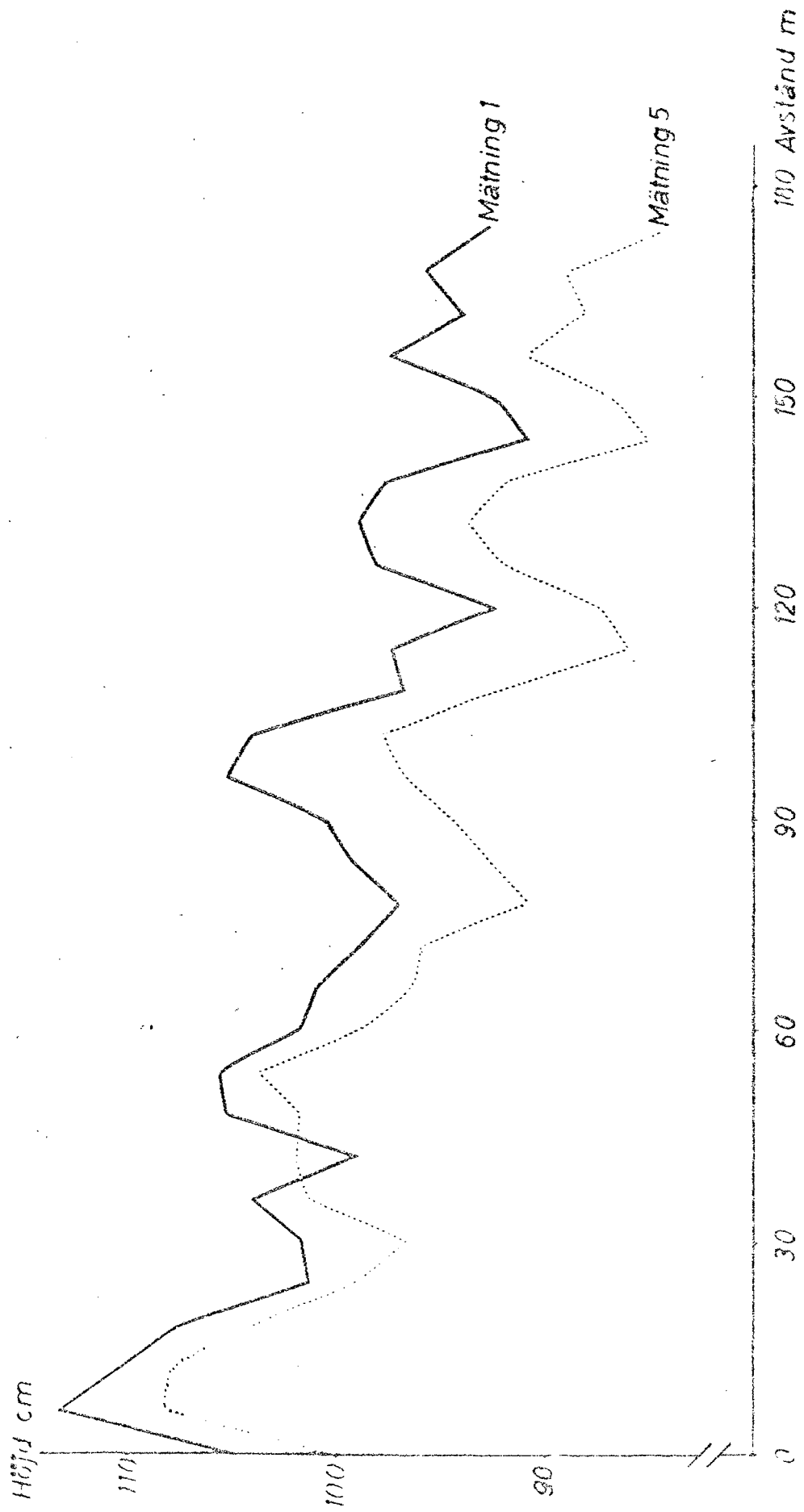
Standardavvikelse beräknad på 75 punkter inom ett område  
som sträcker sig i rutornas tvärriktning.



Standardavvikelse beräknad på 96 punkter inom ett område som sträcker sig i rutornas längdriktning.

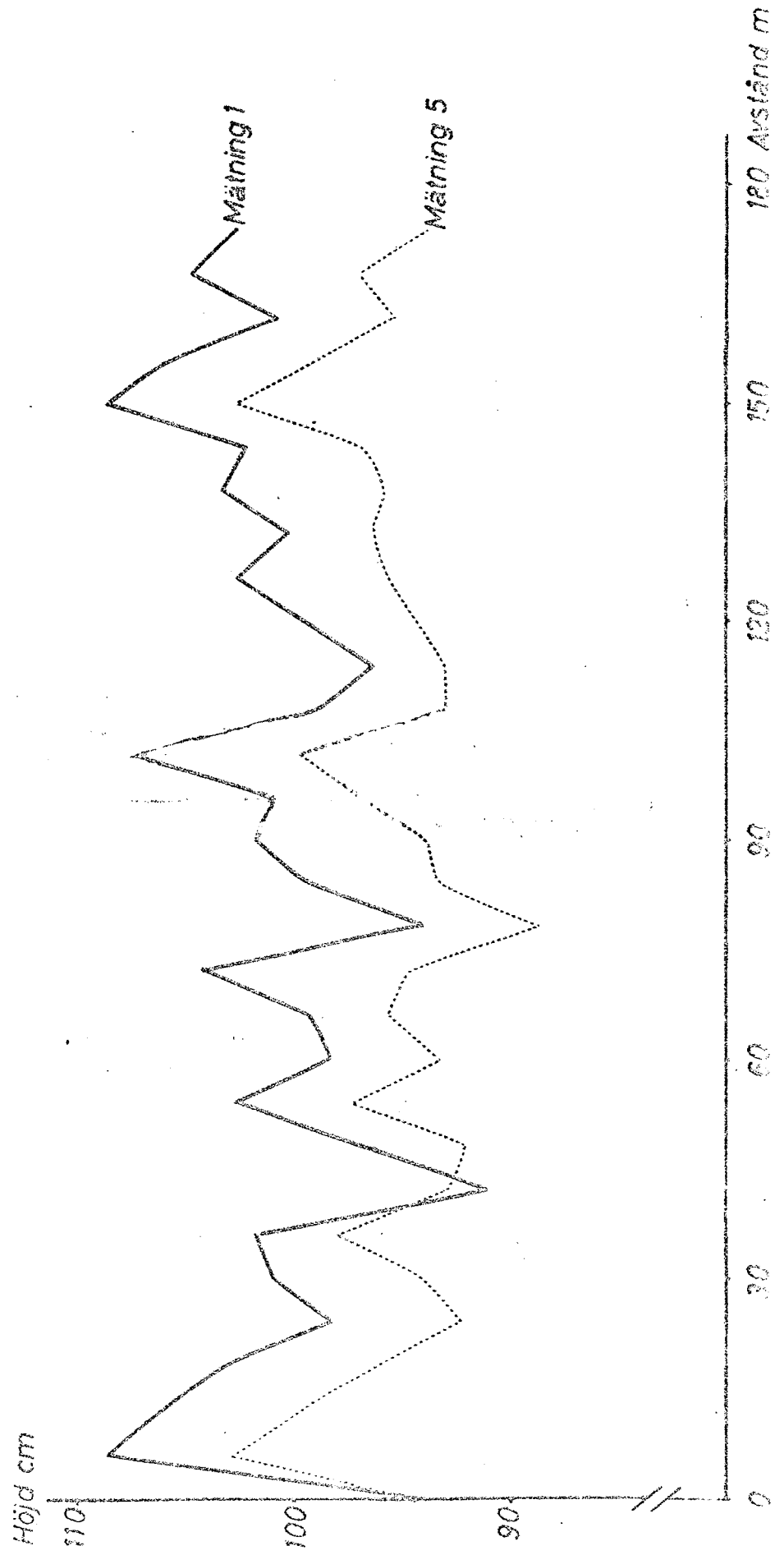


Ruta I. Profil i rutens längdriktning.

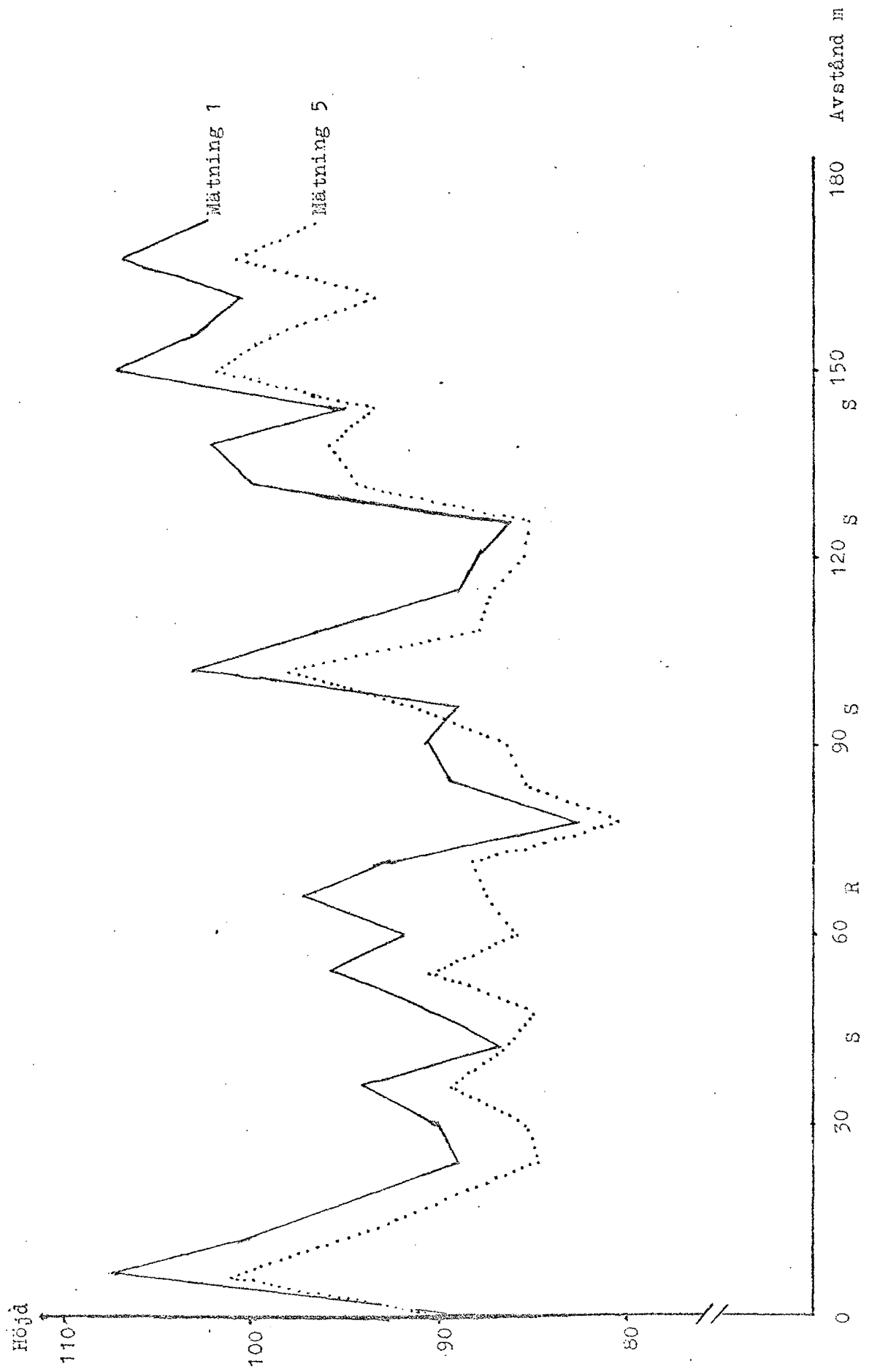




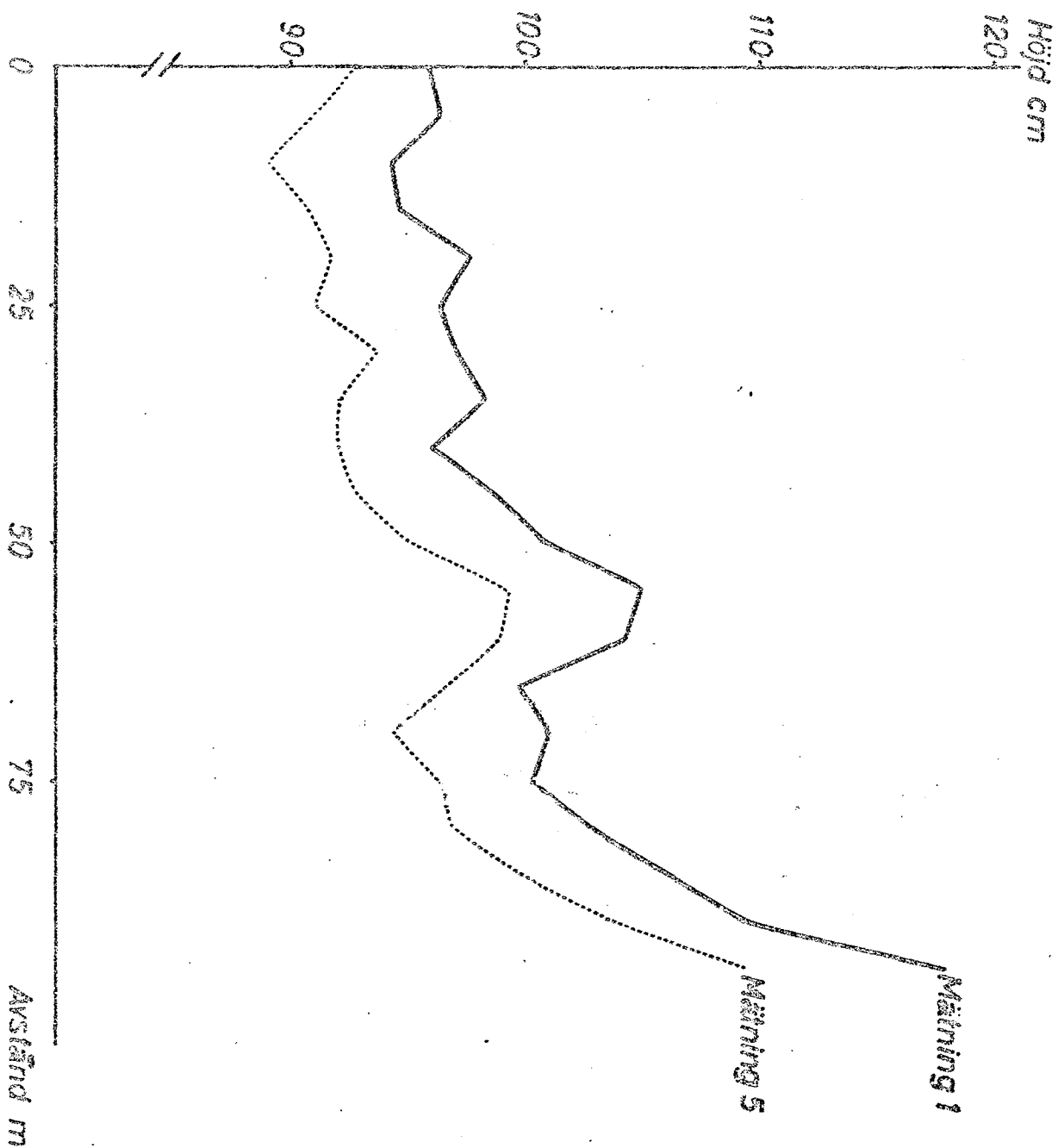
Ruta II. Profil i rutens längdriktning.



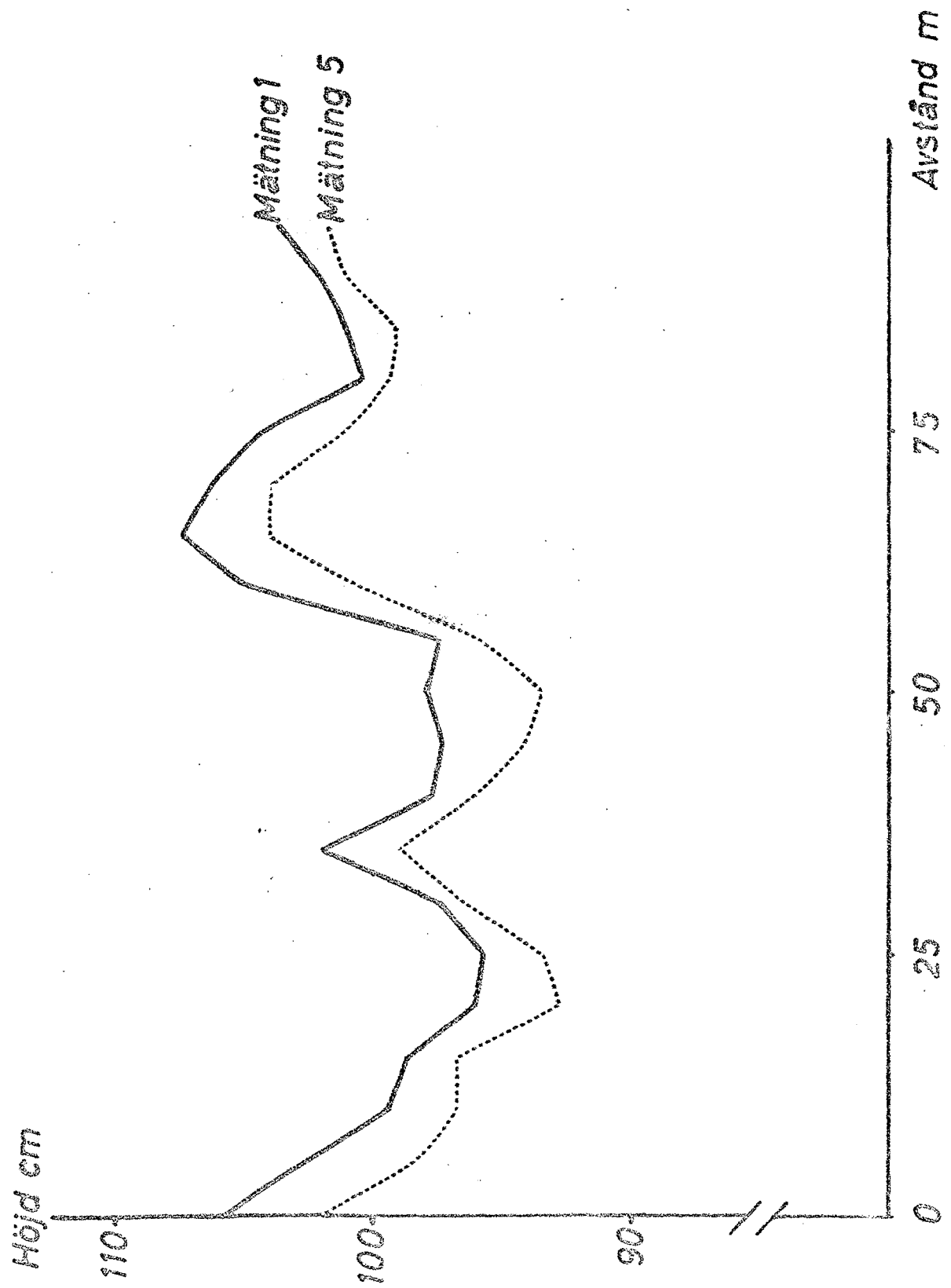
Ruta III. Profil i rutans längdräkning.



Ruta 1. Profil i tværsnittet.

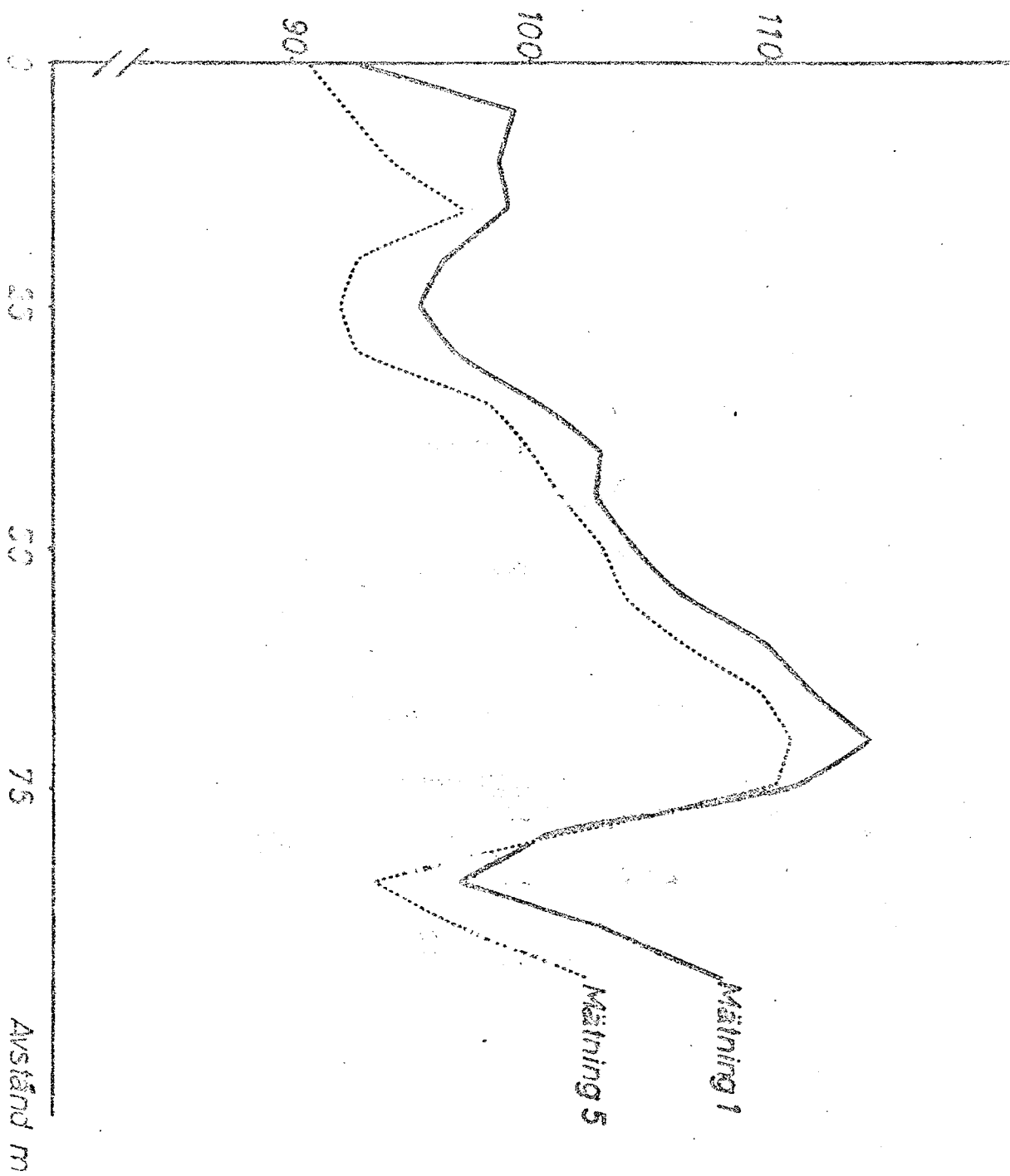


Ruta II. Profil i rutans tvärriktning.



Ruta III. Profil i rutenas tvärsnittning.

Höjd cm



Ruta III. Profil i rutens längdriktning. Tydliga svackor och åsar.

är markerade med S resp. R. För varje uppritad profil har

skalan förskjutits 1,2 cm nedåt på papperet.

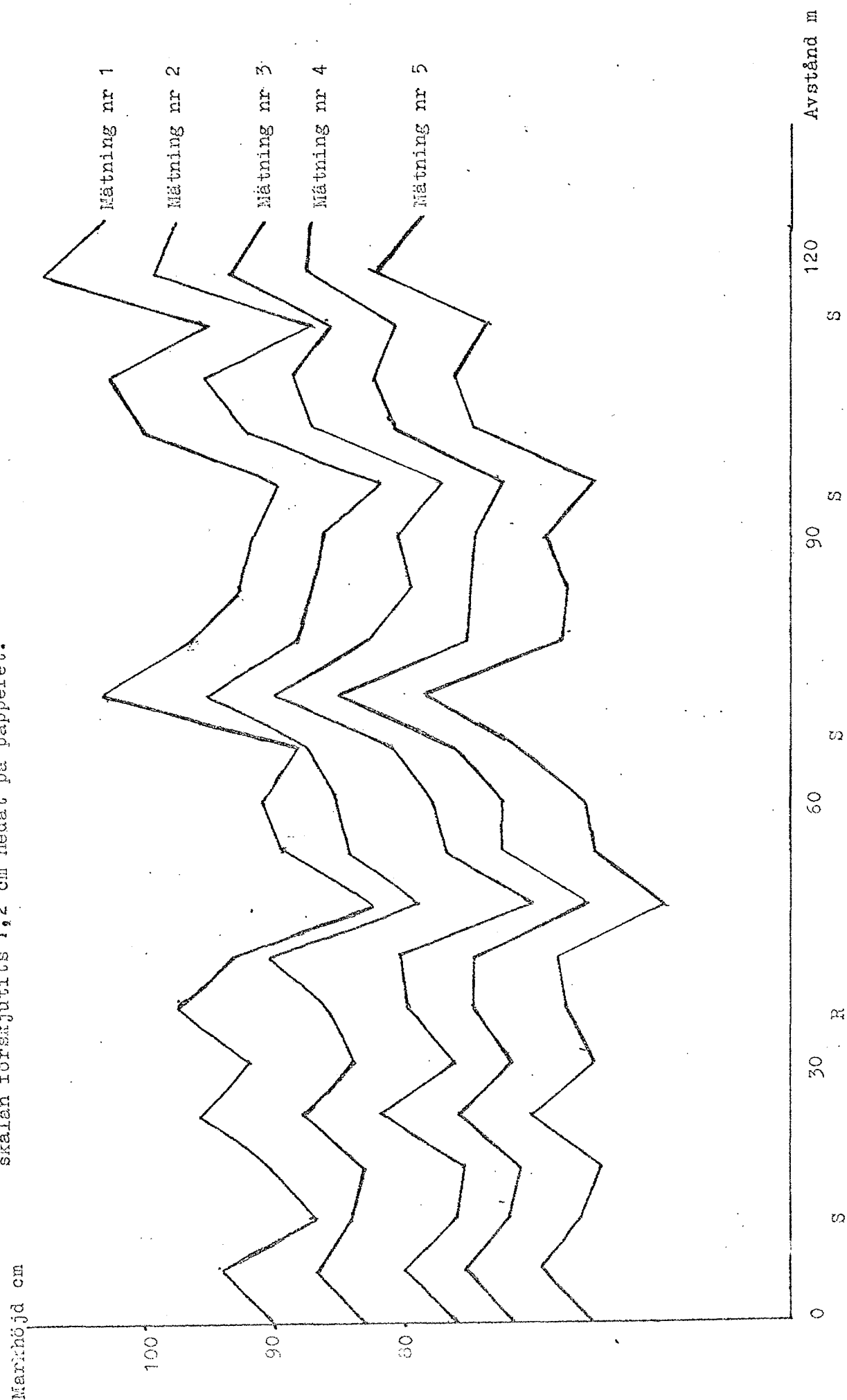
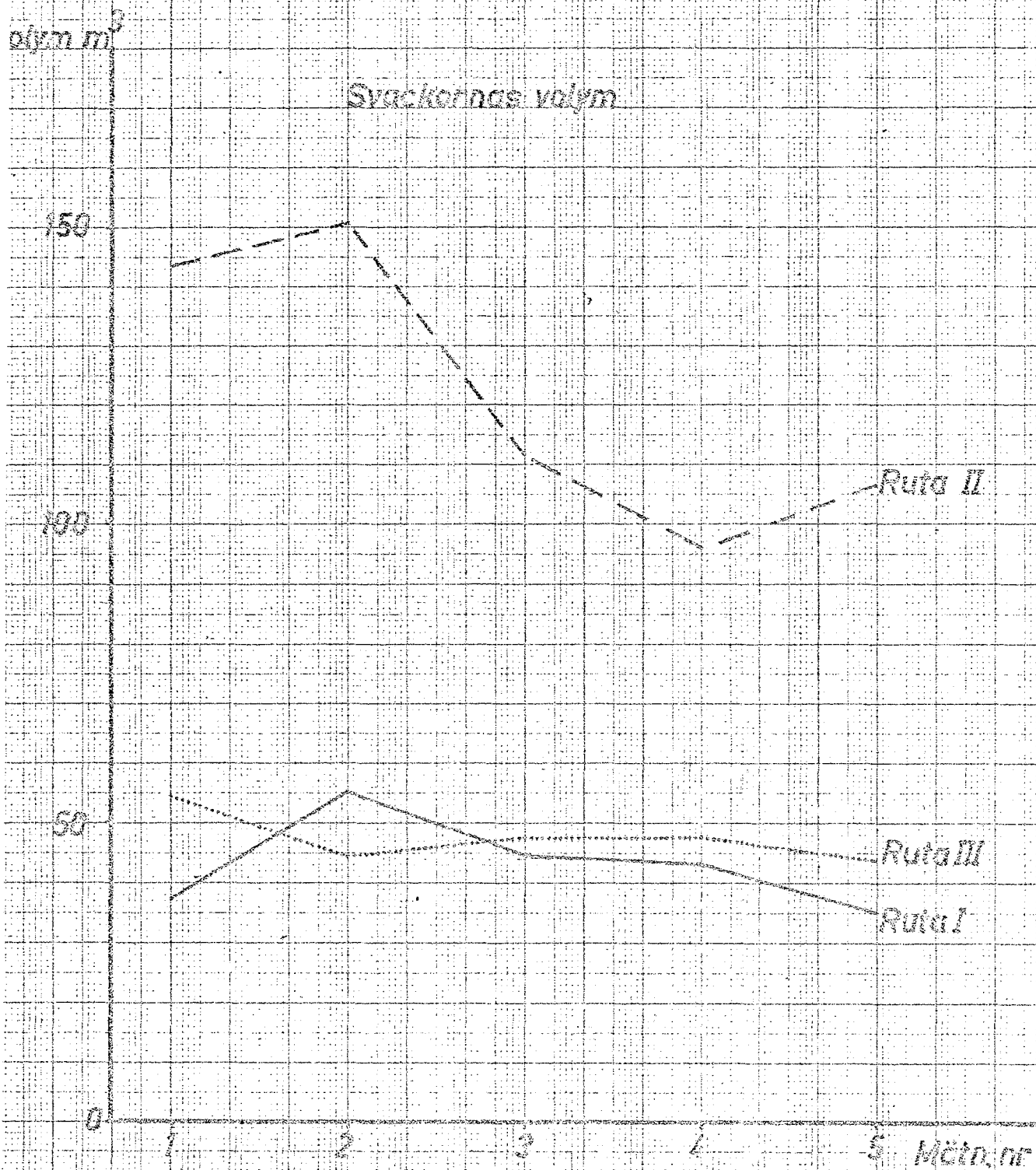
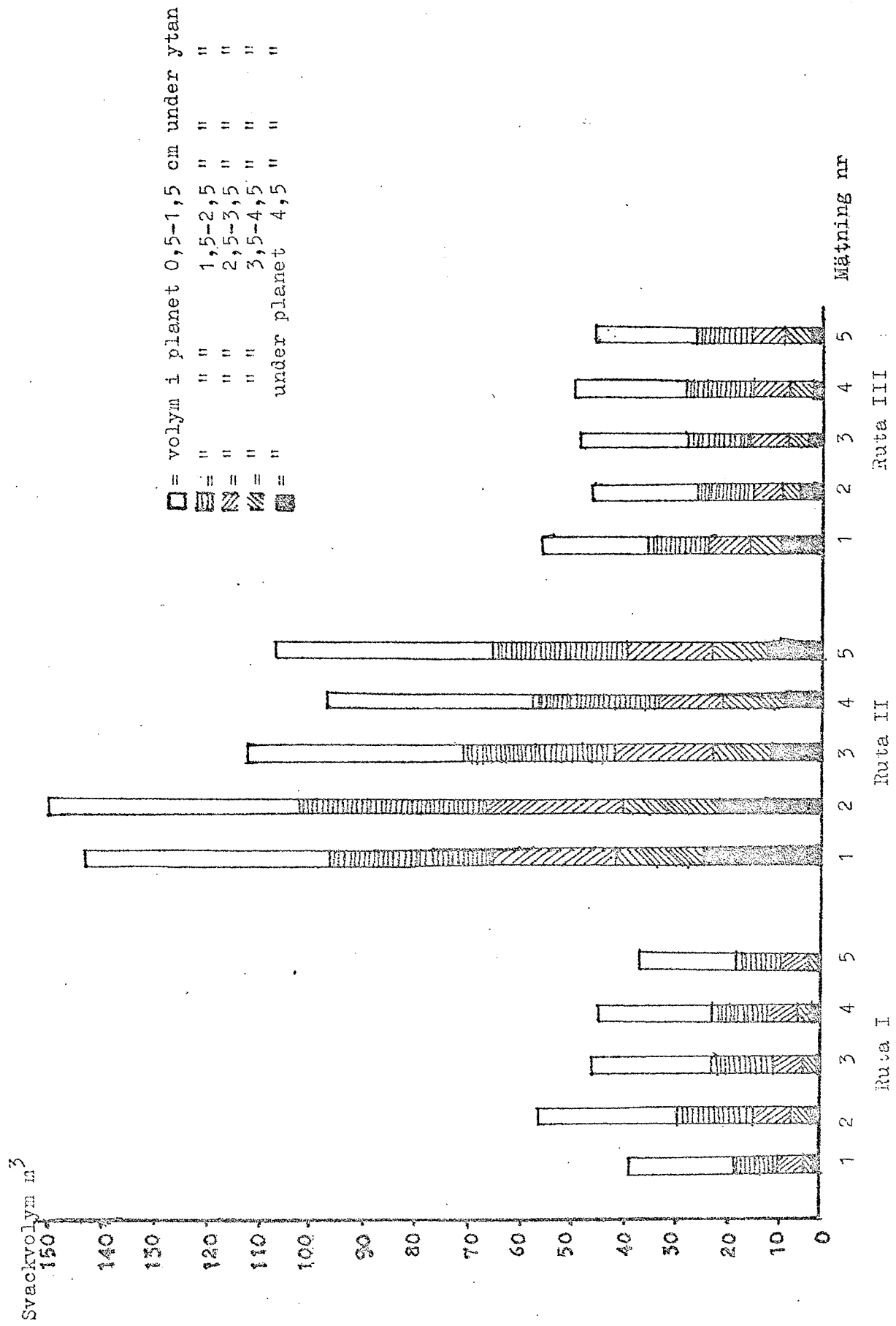


Diagram 11.





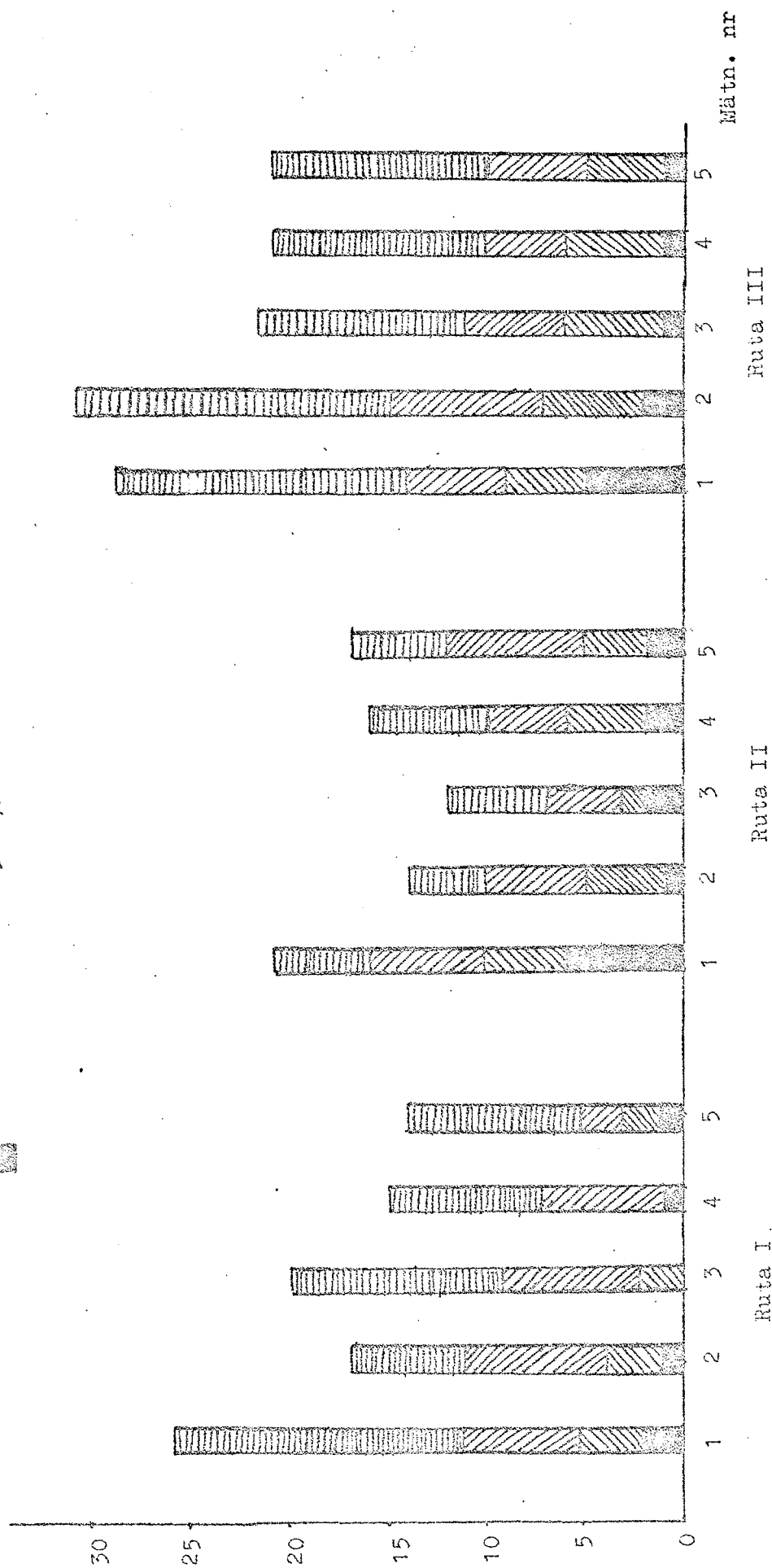
Svackvolym i olika plan under svackornas yta.



# Antalet svackor med olika djup.

= Svackor som är 0,5-2,5 cm djupa  
 = " " 2,5-4,5 " "  
 = " " 4,5-6,5 " "  
 = " " > 8,5 " "

Antal svackor.



Sveakornas yta.

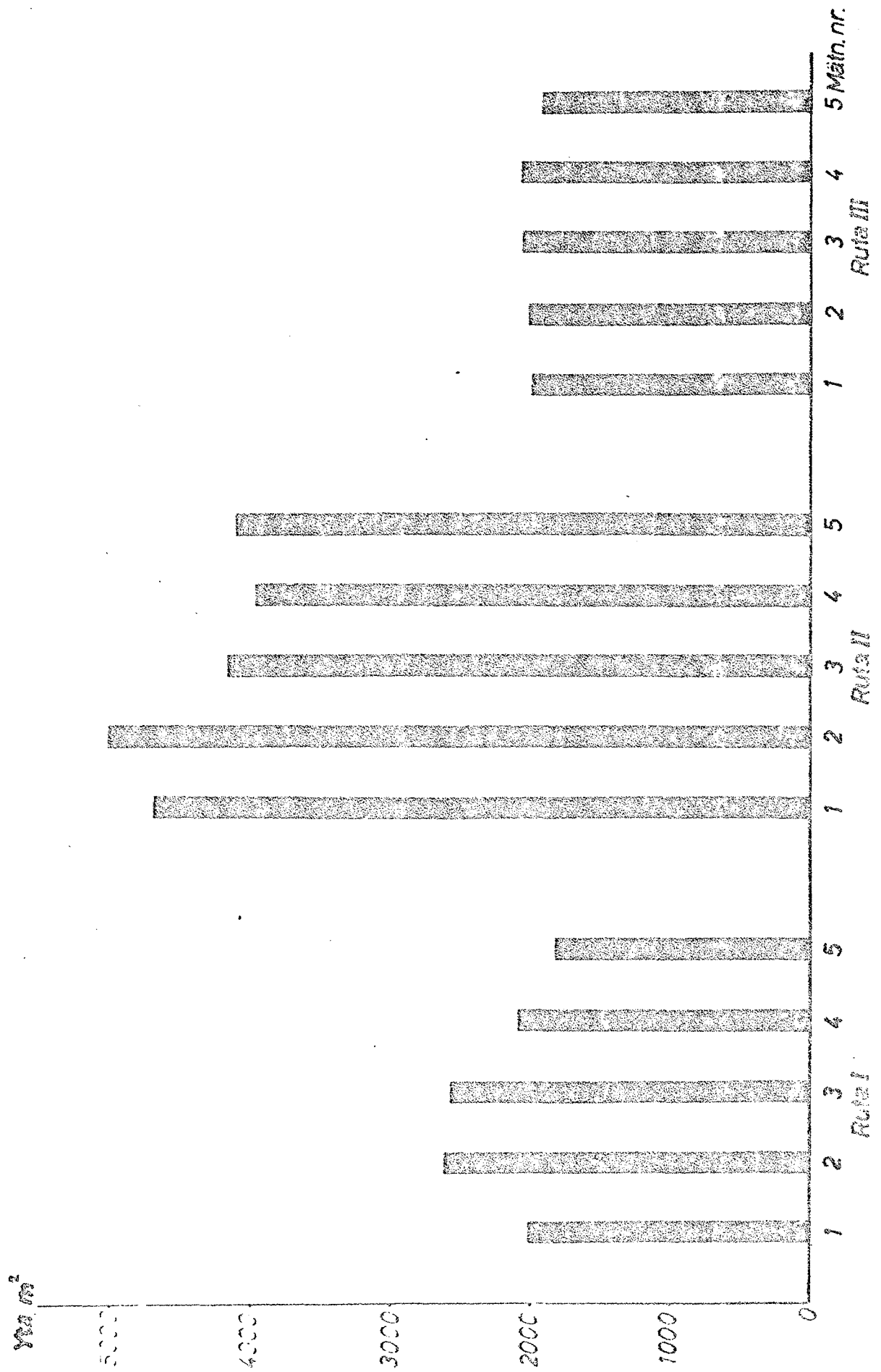


Diagram 13.



Förteckning över utkomna häften i serien STENCILTRYCK

- Nr 1 Håkansson, A. 1952. Redogörelse för resultaten av 1951 års täckdikningsförsök. 71 sid.
- Nr 2 Håkansson, A. 1953. Redogörelse för resultaten av 1952 års täckdikningsförsök. 64 sid.
- Nr 3 Håkansson, A. 1954. Redogörelse för resultaten av 1953 års täckdikningsförsök. 84 sid.
- Nr 4 Berglund, G. & Eriksson, J. 1955. Redogörelse för resultaten av 1954 års täckdikningsförsök. 97 sid.
- Nr 5 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1956. Redogörelse för resultaten av 1955 års täckdikningsförsök. 59 sid.
- Nr 6 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1957. Redogörelse för resultaten av 1956 års täckdikningsförsök. 66 sid.
- Nr 7 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1958. Redogörelse för resultaten av 1957 års täckdikningsförsök. 56 sid.
- Nr 8 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1959. Redogörelse för resultaten av 1958 års täckdikningsförsök. 66 sid.
- Nr 9 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1960. Redogörelse för resultaten av 1959 års täckdikningsförsök. 70 sid.
- Nr 10 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1961. Redogörelse för resultaten av 1960 års täckdikningsförsök. 53 sid.
- Nr 11 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1962. Redogörelse för resultaten av 1961 års täckdikningsförsök. 59 sid.
- Nr 12 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1963. Redogörelse för resultaten av 1962 års täckdikningsförsök. 57 sid.
- Nr 13 Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1964. Resultat av 1963 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 63 sid.
- Nr 14 Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1965. Resultat av 1964 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 75 sid.
- Nr 15 Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1966. Resultat av 1965 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 82 sid.
- Nr 16 Hallgren, G. 1940. Dalgångarna Fyrisån-Östersjön; Några hydrografiska och hydrotekniska studier. 30 sid.
- Nr 17 Hallgren, G. 1942. Om sambandet mellan grundvattenståndet och vattennivån i en recipient. 27 sid.
- Nr 18 Hallgren, G. 1943. Om sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning. 161 sid.
- Nr 19 Andersson, S. 1952. Kompendium i agronomisk hydroteknik. Elementär hydromekanik. 162 sid.
- Nr 20 Andersson, S. 1952. Kompendium i agronomisk hydroteknik. Tabeller med kommentarer och exempel till Kompendium i elementär hydromekanik. 22 sid.
- Nr 21 Andersson, S. 1960. Kapillaritet. 115 sid.
- Nr 22 Andersson, S. 1961. Markens temperatur och värmehushållning. 25 sid.

- Nr 23    Johansson, W. 1962. Bevattningsförsök i potatis, korn och foderbetor vid Tönnersa försöksgård 1959-1961. 13 sid.
- Nr 24    Johansson, W. 1962. Metodik och erfarenheter vid användning av hålkort för undersökning av torrlägningsförhållanden och ytsänkning vid Nedre Olandsån. 10 sid.
- Nr 25    Johansson, W. 1962. Utredning för förslag till bevattningsanläggning vid Sör Salbo, Salbohed, Västmanlands län. 9 sid.
- Nr 26    Andersson, S. 1963. Skrivningar i agronomisk hydroteknik. 50 sid.
- Nr 27    Berglund, G. & Sjöberg, S. 1964. Undersökning av plaströrsdikningar. 15 sid.
- Nr 28    Håkansson, A. 1964. Anvisning rörande täckdikning med plaströr av styv PVC. 5 sid.
- Nr 29    Berglund, G. 1966. Vattendragsförbundet: Förslag till överenskommelse och stadgar samt något om kostnadsfördelningar 19 sid.
- Nr 30    Fahlstedt, T. 1966. Kvismaredalsprojektet -- en orientering samt Redogörelse för undersökning i syfte att klargöra avkastningens beroende av högvattenstånden i Kvismare kanal. 29 sid.
- Nr 31    Hallgren, G. 1966. Vattenrätt. 77 sid.
- Nr 32    Brink, N. 1966. Hydrologi. 17 sid.
- Nr 33    Jonsson, Y. 1967. Ytplanering med planersladd. 36 sid.
- Nr 34    Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1967. Resultat av 1966 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 85 sid.
- Nr 35    Nitsch, U. 1967. Om östersjövattnets användbarhet för bevattningsändamål. 35 sid.
- Nr 36    Håkansson, A., Johansson, W., Berglund, G. & Eriksson, J. 1968. Resultat av 1967 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 96 sid.
- Nr 37    Brink, N. 1968. Ansvarsfördelningen vid underhåll av vattendrag inom Sagåns vattensystem. 10 sid.
- Nr 38    Håkansson, A., Johansson, W. & Fahlstedt. 1968. Nederbördens storlek och fördelning. En detaljstudie av nederbördsdata från 16 nederbördsstationer. 175 sid.
- Nr 39    Berglund, G. 1968. Om genomsläppligheten i återfyllning och rörfogar. 14 sid.
- Nr 40    Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1969. Resultat av 1968 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 83 sid.
- Nr 41    Brink, N. 1969. Kväve och fosfor i Sävjaån. 10 sid.
- Nr 42    Brink, N. 1969. Sagåns vatten. 33 sid.
- Nr 43    Johansson, W. 1970. Anvisningar för projektering och dimensionering av bevattningsanläggningar. 34 sid.
- Nr 44    Hallgren, G. 1970. Dränering av tomtmark, vägar, trädgårdar, kyrkogårdar, idrottsplatser, flygfält m. m. 140 sid.
- Nr 45    Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1970. Resultat av 1969 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 73 sid.

- Nr 46 Berglund, G. 1971. Kalkens inverkan på jordens struktur. 10 sid.
- Nr 47 Håkansson, A., Johansson, W., Berglund, G. & Eriksson, J. 1971. Resultat av 1970 års täckdiknings-, bevattnings- och kalkförsök. 77 sid.
- Nr 48 Sandsborg, J. 1971. Exempelsamling i hydromekanik. 148 sid.
- Nr 49 Eriksson, J. 1971. Bevattning. Tropiskt lantbruk. 21 sid.
- Nr 50 Eriksson, J. 1971. Erosion. Tropiskt lantbruk. 27 sid.
- Nr 51 Håkansson, A., Johansson, W., Berglund, G. & Eriksson, J. 1972. Resultat av 1971 års täckdiknings-, bevattnings- och kalkningsförsök. 78 sid.
- Nr 52 Andersson, S. 1972. Agrohydrologi. Skrivningar för 5 poäng med svar, lösningar och kommentarer. 100 sid.



Denna skriftserie, benämnd Stenciltryck, utges av Avdelningen för lantbrukets hydroteknik vid Institutionen för markvetenskap, Lantbrukshögskolan. Serien utkommer i fri följd och innehåller undersökningsresultat och annat material, som avdelningen funnit angeläget att redovisa, men som av olika anledningar ej befunnits möjligt att framlägga i tryck, exempelvis i den från institutionen utgivna tidskriften Grundförbättring. Sådana anledningar kan vara att ett arbete är för omfångsrikt att trycka, är av mera preliminär natur eller vänder sig till en för liten grupp av läsare.

Serien finns tillgänglig vid avdelningen, och enskilda nummer kan i mån av tillgång erhållas därifrån.

Adress: Lantbrukshögskolan, Inst. för markvetenskap, Avd. för lantbrukets hydroteknik, 750 07 Uppsala 7.

Address: Agricultural College of Sweden, Dept. of Soil Science, Div. of Agr. Hydrotechnics, S-750 07 Uppsala 7, Sweden.